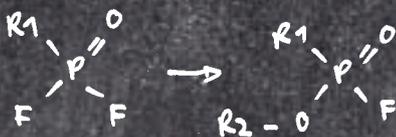


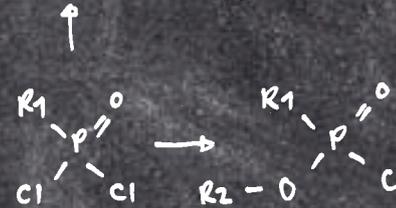


Jahresbericht 2011

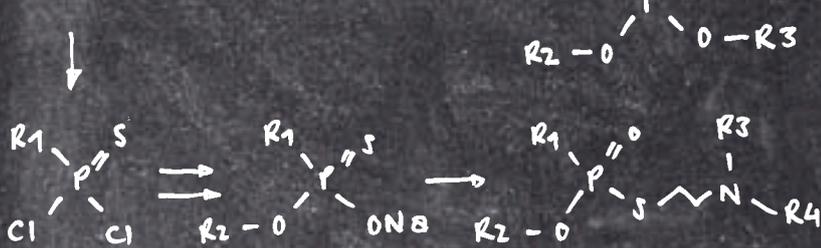
LABOR SPIEZ



$$E = \sum_T W_T H_T = \sum_T W_T \sum_R W_R D_{T,R}$$

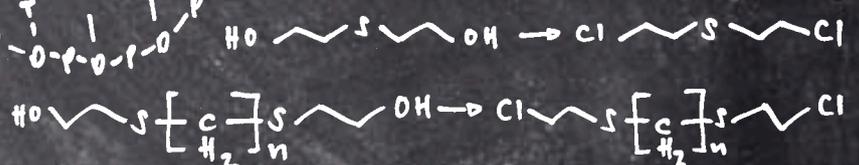
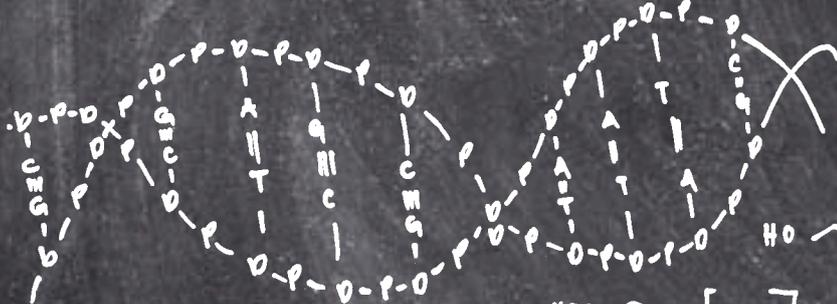
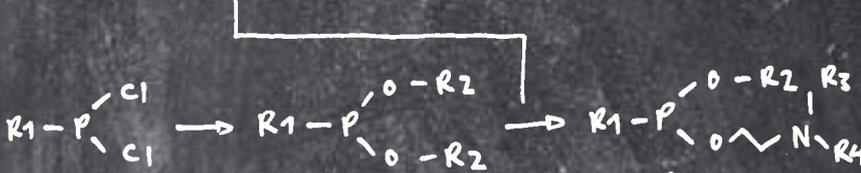
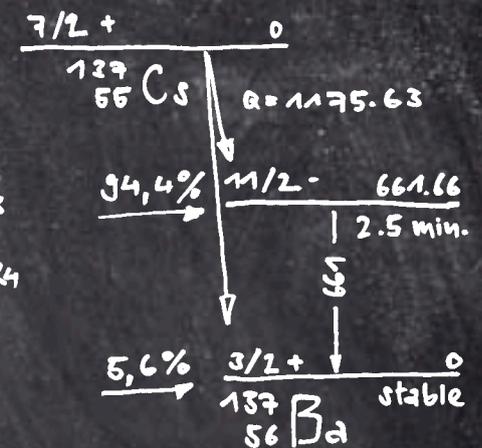
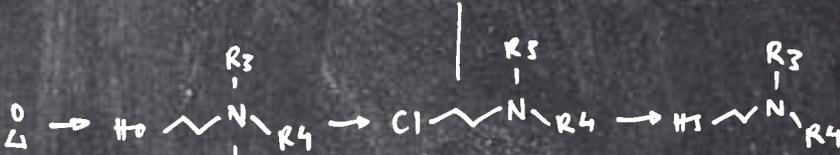


$$\frac{\Phi}{A} = \frac{\gamma(E)}{2} \frac{\rho}{\mu_s} E_L (M_a \cdot h)$$



$$E_2(x) = x \int_0^{\infty} \frac{e^{-t}}{x+t} dt$$

$$E_\gamma = \frac{m_e \cdot c^2 \cdot E_\gamma}{m_e \cdot c^2 + E_\gamma \cdot (1 - \cos(\theta))}$$



Redaktion und Produktion

Dr. Andreas B. Bucher

Premedia

Zentrum elektronische Medien ZEM, 3003 Bern

Herausgabe

Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

LABOR SPIEZ, Information

CH-3700 Spiez

Tel. +41 33 228 14 00

Fax +41 33 228 14 02

laborspiez@babs.admin.ch

www.labor-spiez.ch

Der vorliegende Geschäftsbericht ist auch in englischer Sprache erhältlich.

4 Editorial



6 Nach Fukushima
10 Exercice international de spectrométrie gamma In-situ
14 Arbeiten für den Atomwaffen-Teststoppvertrag



18 Ricinin als Markersubstanz bei Ricinvergiftungen
22 Monitoring von humanpathogenen Viren in Mücken



24 Workshop zu handlungsunfähig machenden chemischen Stoffen
26 Mikroreakorttechnologie in der Kampfstoffchemie
32 Methodenentwicklung in der Gruppe Organische Analytik



34 Prüfung von Hochleistungs-Schwebstofffiltern
36 Verarbeitungsprüfung von Kunststoffteilen mittels Molmassenbestimmung
40 Handbuch Persönliche ABC-Schutzausrüstung



44 ABC-Gefahrstoffe

48 Neue Energieversorgung in Spiez

50 Organisation und Mitarbeitende

51 Organigramm

52 Akkreditierte Bereiche

53 Besuche

54 Referate

55 Publikationen



Liebe Leserin, lieber Leser,

In gleich drei Reaktoren des Atomkraftwerks *Fukushima Daiichi* kam es nach dem schweren Erdbeben und dem Tsunami vom 11. März 2011 zur Kernschmelze. Radioaktive Stoffe wurden in grossen Mengen frei, weite Gebiete mussten evakuiert werden. Diese Katastrophe beschäftigte insbesondere unseren Fachbereich Physik, dessen Mitarbeiter über Wochen auf allen Medienkanälen der Schweiz Auskunft über die Hintergründe und die möglichen Folgen des Unfalls Auskunft gaben. Die Aufräumarbeiten in Japan werden sehr lange dauern, Dekontaminationsarbeiten gestalten sich schwierig und sind kostspielig (Seite 6).

Im Sommer 2011 erschütterte der unerwartete Tod von *Dr. Martin Schütz*, Chef Fachbereich Biologie, das ganze LABOR SPIEZ. Martin ver-

Martin Schütz
1964 - 2011



starb im Alter von 47 Jahren am 7. August nach einer kurzen, aber schweren Krankheit. Mit ihm hat das Labor nicht nur einen hervorragenden Biologen und brillanten Kollegen, sondern vor allem einen grossen Freund und Menschen verloren. Martin promovierte in Mikrobiologie an der Universität Bern und spezialisierte sich im Bundesamt für Landwirtschaft auf mikrobiologische Aspekte der Oenologie. 1995 wechselte er ins LABOR SPIEZ. Unter seiner Führung wuchs der Fachbereich Biologie von zwei Mitarbeitern auf heute 15 Wissenschaftler. Martin diente auch als UN-Waffeninspektor im Irak. Vor allem aber war er Initiator und treibende Kraft für den Bau des ersten und einzigen biologischen Labors der höchsten Sicherheitsstufe in der Schweiz für humanpathogene Erreger. Dieses Labor geht 2012 in den wissenschaftlichen Betrieb und wird unser Andenken an Martin während unserer täglichen Arbeit aufrechterhalten.

Unser Fachbereich Chemie entwickelt sich in ausgewählten Bereichen zu einem zentralen Akteur der schweizerischen Abrüstungs- und Rüstungskontrollpolitik. Im Herbst 2011 organisierte der Fachbereich einen hochkarätig besetzten, internationalen Workshop zum Thema *Incapacitating Chemical Agents*. Diese handlungsunfähig machenden Stoffe könnten sich in den nächsten Jahren zu einem Problem für die internationale Rüstungskontrolle entwi-



Dr. Marc Cadisch
Leiter LABOR SPIEZ

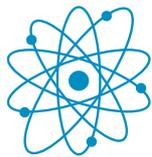
ckeln. Das LABOR SPIEZ hat mit dieser Veranstaltung einen wichtigen Teil dazu beigetragen, dass die grundlegenden technischen Fragen zur politischen Debatte über Incapacitating Agents frühzeitig geklärt werden (Seite 24).

Der Fachbereich ABC-Schutztechnologie hat sich unter anderem mit der Erarbeitung eines Handbuchs für die persönliche Schutzausrüstung beschäftigt. Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass nicht nur bei Armeeangehörigen, sondern auch im Bevölkerungsschutz und bei privaten Werkwehren ein weit verbreitetes Bedürfnis nach verständlichen Informationen zur persönlichen Schutzausrüstung besteht. Das Handbuch vermittelt die wichtigsten Kenntnisse über den sicheren Einsatz der Schutzausrüstung und hilft bei wichtigen Beschaffungsentscheidungen (Seite 40).

Generell stand das Jahr 2011 im Zeichen unserer internationalen Ausrichtung. Das LABOR SPIEZ hat das erklärte Ziel, nicht nur seinen Wirkungskreis und seine Fachkompetenz, sondern auch seine Wirtschaftlichkeit durch den Ausbau spezifischer internationaler Vereinbarungen zu stärken. In diesem Sinne konnten wichtige Abkommen getroffen werden: Gestützt auf einen Rahmenvertrag unterstützen wir seit Juni 2011 das *Internationale Komitee vom Roten Kreuz IKRK* beim Aufbau von Kompetenzen zur Bewältigung von ABC-Ereignissen. Unser Expertenwissen kann jederzeit zur Unterstützung abgerufen werden, und bei Bedarf unterstützen wir das IKRK im praktischen Einsatz. Im Weiteren sind wir seit Ende 2011 Teil des *ALMERA-Netzwerks der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA)*. ALMERA – Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity – besteht aus über 100 Spezial-Laboratorien, die bei einer Freiset-

zung von Radioaktivität zuverlässig Umweltpollen analysieren können. Die Nominierung ist eine wertvolle Auszeichnung für die Qualität unserer Arbeiten im Bereich Radioaktivität.

Diese neuen Verpflichtungen ergänzen die bereits umfangreichen internationalen Tätigkeiten unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Dazu zählen etwa der Betrieb eines designierten Labors im Zusammenhang mit dem Chemiewaffenübereinkommen (Seite 32) sowie Einsätze im Rahmen der Hilfe nach Konflikten und Katastrophen. Wir sind bestrebt, dieses Engagement nach Möglichkeit weiter auszubauen, denn ein intaktes internationales Netzwerk ist heute eine der Grundvoraussetzungen für einen erfolgreichen und effizienten ABC-Schutz.



Nach Fukushima

Bewältigung eines Kernkraftwerkunfalls mit Freisetzung von Radioaktivität in der Schweiz

Dr. Emmanuel Egger

Der Unfall in den Kernkraftwerken *Fukushima Daiichi* wirft die Frage auf, wie die Schweiz mit einem solchen Ereignis umgehen würde. Für die Einleitung von angemessenen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung ist es wichtig, so rasch wie möglich einen Überblick über Ausmass und Art der Kontamination zu gewinnen. Und um die Dekontaminationsmassnahmen zu optimieren, sind Kenntnisse über die detaillierte Verteilung der Kontamination erforderlich. Die Gewinnung dieser Informationen stellt eine Herausforderung für die Messorganisation bei erhöhter Radioaktivität dar.

Um einen ersten Überblick über das Ausmass der Bodenkontamination zu gewinnen, würde man in der Schweiz das Mittel der Aeroradiometrie einsetzen. Ein Helikopter der Schweizer Luftwaffe steht dazu zur Verfügung. Er kann mit entsprechenden Messgeräten ausgerüstet werden und fliegt etwa 100 m über dem Erdboden über das kontaminierte Gebiet. Damit können in relativ kurzer Zeit sowohl das Ausmass des kontaminierten Gebietes als auch die Ortsdosisleistung in diesem Gebiet und die vorhandenen Nuklide bestimmt werden. Die japani-

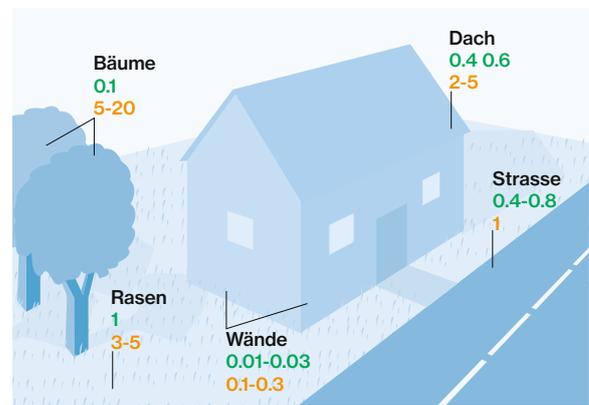
schen Behörden verfügten offensichtlich nicht über dieses Mittel, sodass schliesslich ein Messtrupp des *US Department of Energy* diese Aufgabe übernahm und erste Messwerte lieferte (siehe Figur 1). Weitere Messmethoden können ebenfalls eingesetzt werden, um eine detailliertere Information über die Kontaminationsverteilung zu erhalten.

In der Schweiz sind die Massnahmen, die in einem solchen Fall angeordnet werden müssten im Dosismassnahmenkonzept DMK der ABCN-Einsatzverordnung geregelt. Zum Schutz der Bevölkerung würde je nach Situation eine Evakuierung oder der geschützte Aufenthalt (d. h. Aufenthalt im Hause, im Keller oder im Schutzraum) angeordnet. Zudem würde vorsorglich in Abwindrichtung ein Ernte-, Weide-, Jagd- und Fischereiverbot erlassen, was den Verkauf und Konsum kontaminierter Lebensmittel verhindern könnte.

Sind bei starker Kontamination einmal die Bewohner aus dem kontaminierten Gebiet evakuiert worden, stellt sich die Frage, wie dieses dekontaminiert werden kann, damit die Menschen wieder in ihre Häuser zurückkehren

Stahltanks zur Zwischenlagerung von radioaktiv kontaminiertem Wasser beim KKW Fukushima Daiichi. Jeder Tank hat ein Fassungsvermögen von 100 bis 120 Tonnen. (Reuters)

Figur 2: Relative Kontamination von Oberflächen durch ^{137}Cs (grün: nasse Deposition, orange: trockene Deposition)

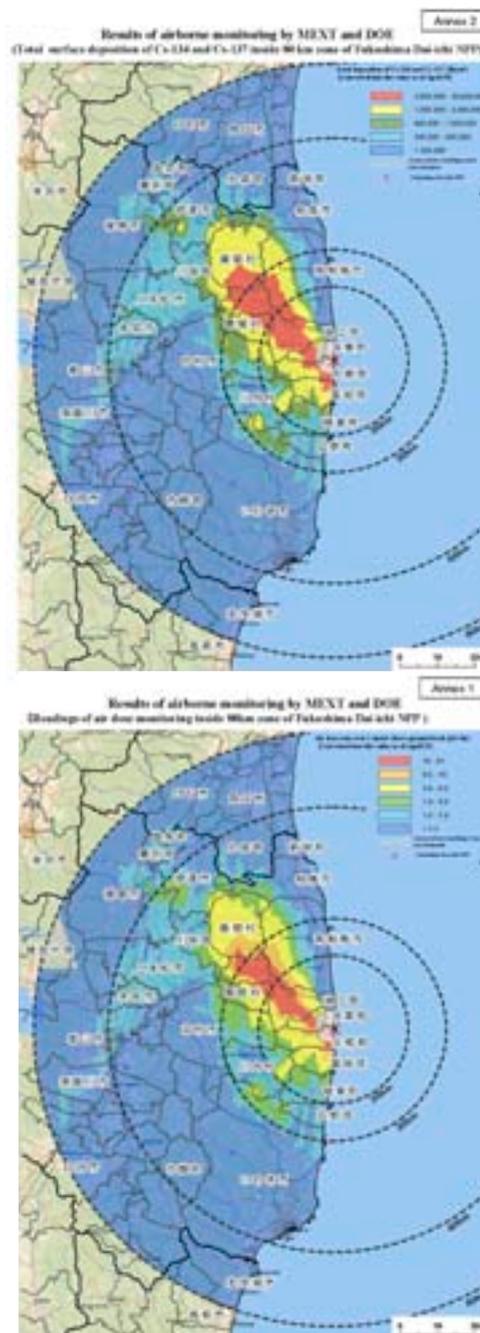


können. Um die Dekontaminationsmassnahmen zu optimieren, braucht es genaue Kenntnis über die Verteilung der Kontamination. Diese hängt sehr stark davon ab, ob beim Durchzug der radioaktiven Wolke trockenes Wetter herrschte oder ob es regnete (siehe Figur 2).

Wie aus Figur 2 zu entnehmen ist, sind bei Regen vor allem Grasflächen, Strassen und Dächer kontaminiert, während bei trockenem Wetter vor allem Bäume, Grasflächen und Dächer und in geringerem Ausmass Strassen betroffen sind. Eine wesentliche Rolle spielt auch die Jahreszeit. So wären bei trockenem Wetter im Herbst die Bäume, insbesondere die Blätter am meisten kontaminiert. Wenige Wochen später würden diese jahreszeitbedingt fallen und die Kontamination auf den Boden übertragen.

Um eine detaillierte, dreidimensionale Verteilung der Kontamination zu erfassen, ist es notwendig, Messtrupps in das kontaminierte Gebiet zu schicken. Messfahrzeuge eignen sich dafür am besten. Ist jedoch das kontaminierte Gebiet mehrere 1000 km² gross, kann es auch notwendig sein, Messtrupps mit einfachen Ortsdosisleistungsmessgeräten zu Fuss in das kontaminierte Gebiet zu schicken – insbesondere dort, wo die Kontamination schwach ist. Bodenproben müssten genommen und im Labor analysiert werden, um die genaue Zusammensetzung der Bodenkontamination festzustellen. Hier würde dem LABOR SPIEZ und dem ABC Abwehrlabor 1 der Armee eine wichtige Aufgabe zugewiesen.

Ist die Verteilung der Kontamination einmal bekannt, lassen sich Dekontaminationsmassnahmen treffen. In Tabelle 1 sind mögliche Massnahmen für die Dekontamination von Gras-



Figur 1: Ortsdosisleistung und Bodenkontamination durch ^{137}Cs

Dekontaminationsmethode	Wirksamkeit
Gras schneiden, Rasen mähen	50 – 90 %
Pflanzen und Sträucher entfernen	50 – 90 %
Abtragen der obersten Erdschicht (1cm)	65 – 90 %
Abtragen der oberen Erdschicht (5 cm, mechanisch)	90 – 95 %
Abtragen der oberen Erdschicht (5 cm, von Hand)	90 – 95 %

Tabelle 1:
Dekontaminations-
methoden für Gras und
Erde

Dekontaminationsmethode	Wirksamkeit
Abspritzen mit Feuerwehrschauch	50 – 75 %
Abspritzen mit Hochdruckreiniger	65 – 85 %
Staub saugen	50 – 65 %
Oberfläche entfernen und ersetzen	100 %

Tabelle 2:
Dekontaminations-
methoden für Strassen

flächen aufgeführt sowie ihre Wirksamkeit, d. h. der Anteil an radioaktiver Kontamination, der bei Anwendung dieser Methode entfernt werden kann. In Tabelle 2 sind Methoden zur Dekontamination von Strassen aufgeführt, in Tabelle 3 solche für Häuser. [1]

[1] EURANOS, Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe following a Radiological Emergency V1.0, May 2007, bezogen unter http://www.euranos.fzk.de/Products/EURANOS_InhabitedHandbook_Version1.0.zip

Der Richtwert für die Bodenkontamination mit ^{137}Cs beträgt gemäss der Schweizerischen Strahlenschutzverordnung $30\,000\text{ Bq/m}^2$. Wie aus Figur 1 zu sehen ist, waren nach den Ereignissen in Fukushima rund 1000 km^2 mit mehr als $600\,000\text{ Bq/m}^2$ oder 20 Richtwerten, rund 300 km^2 mit mehr als $3\,000\,000\text{ Bq/m}^2$ oder 100 Richtwerten kontaminiert. Methoden, die eine bis zu 90-prozentige Dekontamination erlauben, werden in den am stärksten kontaminierten Gebieten für eine Rückkehr der Bevölkerung nicht genügen. Die einzige Methode, die hier eine Wiederherstellung des Normalzustands erlaubt, besteht darin, die Gebäude zu zerstören, die oberste Erdschicht abzutragen, die Bäume zu fällen und alles als radioaktiven Müll zu entsorgen. Es ist daher damit zu rechnen, dass die Bewältigung eines solchen Ereignisses sehr teuer wird.

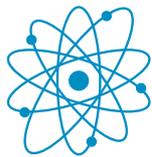


Dekontaminationsmethode	Wirksamkeit
Gebäude zerstören und entsorgen	100 %
Abspritzen mit Feuerwehrschauch	25 %
Dächer bürsten	50 – 85 %
Wände sandstrahlen	75 – 90 %
Wände und Dächer mit Hochdruck reinigen (kaltes Wasser)	35 – 80 %
Dächer mit Hochdruck mit heissem Wasser abspritzen	50 – 85 %
Dächer ersetzen	100 %
Wände mit Ammonium Nitrat behandeln	25 – 50 %
Hölzerne Wände abschleifen	35 – 60 %

Tabelle 3:
Gebäudedekontamination



Arbeiter entfernen zur Dekontamination die oberste Schicht Erde auf dem Spielplatz einer Schule in der Präfektur Fukushima. (Reuters)



Exercice international de spectrométrie gamma In-situ

François Byrde

L'exercice international de mesure de la radioactivité du sol (ISIGamma 2011 Davos) a été organisé par le LABORATOIRE SPIEZ, l'inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et l'office fédéral de la santé publique (OFSP); 24 équipes de 9 pays européens prirent part à cet exercice du 19 au 23 septembre à Davos.

La spectrométrie gamma in-situ est une technique de détermination de la teneur radioactive des sols sur le site, c'est-à-dire sans prise d'échantillons et analyse en laboratoire; elle permet l'obtention rapide de résultats avec une infrastructure légère.

Cette technique de mesure s'est imposée suite à l'accident de Tchernobyl, avec, au début, une instrumentation guère adaptée à une utilisation extérieure. La recherche d'un équipement adéquat étant prioritaire, des exercices internationaux ont régulièrement été organisés dès les années 1990 et ont largement contribué au niveau actuel de cette méthode. Quelques dates sont à citer quant à l'évolution de la spectrométrie In-situ:

- 1960 premiers travaux sur l'in-situ de H. L. Beck
- 1994 rapport 53 de l'ICRU

- 1995 utilisation d'ordinateur portable
- 2005 refroidissement électrique des détecteurs

But de l'exercice

Pour l'exercice de 2011, nous avons mis nos priorités sur les points suivants:

- **In-situ classique:** uniquement des déterminations de contamination de sol
- **Echange d'information entre les participants:** programme de mesure pas trop chargé
- **Equilibre des chaînes radioactives:** la vallée de la Dischma présente des sites avec des teneurs très élevées des radionuclides de l'uranium et des déséquilibre notoires dans leurs chaînes.
- **Contrôle de calibration:** des sources ponctuelles calibrées ont permis la vérification de la calibration des détecteurs
- **Contrôle des méthodes et références utilisées:** les participants ont dû remplir un questionnaire exhaustif, concernant tant la description de l'instrumentation, de la méthode d'analyse, que des résultats à proprement parler

La date de l'exercice fut choisie en tentant d'éviter les périodes de vacances, de foire et de froid.

Déroulement

Après une phase de préparation de près d'une année (repérage et mesure des sites, préparation des formulaires, inscription des participants, travaux administratifs), l'exercice démarra avec de fortes chutes de neige, dont les conséquences furent :

- changement de site de mesure (danger d'avalanche)
- déblaiement des sites retenus
- chamboulement du programme

Durant l'exercice, des groupes de 4 à 5 équipes de mesure furent formés et encadrés par l'organisation suivante :

- bureau et administration: 3 personnes
- site de mesure: 1 personne par site
- accompagnement des groupes: 2 personnes par groupe

Cette redondance dans l'encadrement permettant aux organisateurs de mener des discussions avec les participants.

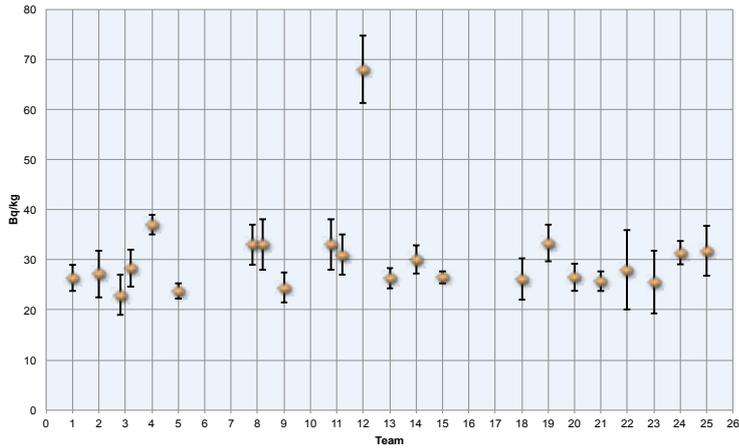
Le premier jour fut consacré à différents exposés (on site inspection, projet de norme ISO, intérêt de la vallée de la Dischma), ainsi qu'à des mesures sur le site de Klosters situé en dessous de la limite de la neige.

Les deux journées suivantes, les groupes ont tourné sur les différents sites (3 par jour), une de leurs tâches étant de rendre les résultats le soir même. Malgré des températures extrêmes, aucun problème majeur concernant l'instrumentation n'a été communiqué à l'organisation.

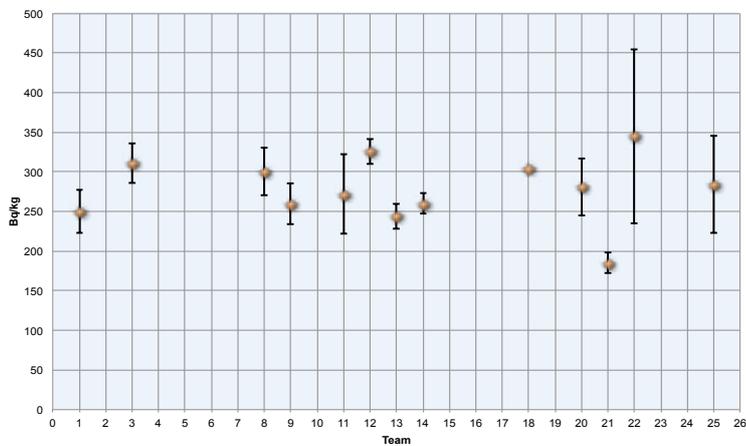
Mesure à Davos



Site 7 - Klosters: ^{214}Bi (^{238}U -Chain) concentrations in soil



Site 2 - Boden Sertigal: ^{40}K concentrations in soil



Résultats

Les résultats livrés par les participants sont en cours de dépouillement; le rapport final de l'exercice ne sera publié que d'ici le printemps 2012.

Une première évaluation a montré une bonne concordance des résultats. Après l'évaluation complète des résultats, nous pourrions examiner en détails certains points, dont:

1. Prise en compte de la couche de neige lors de l'analyse
2. Maîtrise de la provenance des paramètres d'analyse
3. Maîtrise du calcul des doses
4. Maîtrise des chaînes radioactives



Équipement de l'EEVBS

Conclusions

Bien que l'exercice ne mettait pas en scène des milieux contaminés, il apparaît clairement que seule une partie des équipements utilisés à Davos permettraient de telles interventions, par exemple l'équipement de l'EEVBS.

Il serait peut-être judicieux d'organiser un exercice avec de tels scénarios en utilisant des agents marqueurs; il serait alors possible de déterminer quelles sont les équipes capables de travailler en milieu contaminé, et d'éliminer les équipements inappropriés.

A noter qu'il existe des projets de normalisation/accréditation au niveau international pour les équipes d'intervention.

Notamment sous l'impulsion de l'Allemagne, des normes concernant la spectrométrie In-situ existent, ou sont en cours d'élaboration (DIN, ISO, IEC).

Sans dénier les avantages de leur utilisation, on voit de plus en plus d'utilisateurs maîtrisant les normes mais pas la méthode.

La spectrométrie In-situ fait partie intégrante des méthodes d'analyse que le Laboratoire de Spiez se doit de maîtriser. En se mettant à disposition, le LS a non seulement apporté sa contribution à cette campagne de mesure, mais a permis à 7 collaborateurs de consolider leurs connaissances et leur maîtrise de la cette technique.



Équipement inadéquat en milieu contaminé



Arbeiten für den Atomwaffen-Teststoppvertrag

Dr. Christoph Wirz

Der Atomwaffen-Teststoppvertrag verbietet jede Art von Atomwaffenexplosion, ob für zivile oder für militärische Zwecke. Auch die Beihilfe dazu ist verboten. Das LABOR SPIEZ setzt seine Kenntnisse ein, um bei der Überprüfung dieses Vertrages einen Beitrag zu leisten, insbesondere bei einer allfälligen Inspektion vor Ort im Verdachtsfall eines Atomtests.

In der «Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty» (CTBT) verpflichten sich die Parteien, auf Nuklearexplosionen zu verzichten, diese in ihrem Einflussgebiet zu verhindern und sich in keiner Art an einer Nuklearexplosion zu beteiligen, noch andere Parteien dazu zu ermutigen oder gar zu unterstützen. Staaten, die keine Atomwaffen besitzen, haben bereits im Atomwaffensperrvertrag (englisch: *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT*) ihren Verzicht, auf Nuklearwaffen festgeschrieben. Für sie ändert sich in dieser Hinsicht nichts. Der CTBT soll aber die Weiterentwicklung von Kernwaffen in jenen Staaten behindern, die über solche verfügen.

182 Staaten haben diesen Vertrag unterschrieben, 156 haben ihn ratifiziert (Stand Januar 2012). Damit ist der Vertrag aber noch nicht in Kraft. Er wird erst in Kraft treten, wenn er von 44 im Vertrag aufgelisteten Staaten (sogenannte Annex 2 Staaten) ratifiziert ist. Diese 44 Staaten besitzen nukleare Leistungs- oder Versuchsreaktoren und wurden 1994 und 1995 auf entsprechenden Listen der Internationalen Energieagentur aufgeführt. Es fehlen noch Ägypten, China, Iran, Israel, USA, die den Vertrag zwar unterschrieben aber noch nicht ratifiziert haben, sowie Indien, Nordkorea, Pakistan, die noch nicht unterschrieben haben.

Die Einhaltung eines Vertrages muss auch kontrolliert werden können. Zuständig dafür ist die Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (engl.: *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO*). Eine Preparatory Commission der CTBTO mit Sitz in Wien arbeitet heute an einem globalen Überprüfungssystem. Dieses basiert auf einem weltweiten Messnetz zur Fernerkennung einer Nuklearexplosion in der Atmosphäre, unterirdisch oder unter Wasser.

Das Messnetz besteht aus:

- 170 seismologischen Messstationen
- 11 Stationen zur Hydroakustiküberwachung (Abhören der Ozeane nach Schallwellen)
- 60 Infraschallstationen zur Messung kleiner Luftdruckschwankungen
- 80 Stationen mit Radionuklid-detektoren zur Erfassung spezieller radioaktiver Partikel, bzw. zur Messung der Konzentration radioaktiver Edelgase, dazu 16 Radionuklid-Laboratorien.

Ende 2011 waren bereits 260 aller Messstationen fertig installiert und zertifiziert. Die Daten werden zur Auswertung laufend ins internationale Datenzentrum nach Wien gesendet. Die Stationen sind über die gesamte Welt verteilt und befinden sich oft in isolierten Gegenden mit extremen klimatischen Verhältnissen. Die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit der Messgeräte sind deshalb recht hoch.

Nach in Kraft treten des Vertrages wird im Verdachtsfall ein Mitgliedstaat eine Inspektion in einem anderen Land anfordern können, besonders bei Hinweisen aus dem Überprüfungssystem. Dies wird im Vertrag genau geregelt. In einem solchen Fall könnte die sogenannte «On Site Inspection» zum Einsatz kommen, um definitiv abzuklären, ob es sich bei einem verdächtigen Ereignis tatsächlich um eine Nuklearexplosion handelt. Auch der Urheber einer allfälligen Vertragsverletzung soll vom Inspektionsteam eruiert werden. Allerdings ist der Handlungsspielraum des Inspektionsteams in Bezug auf die Messmethoden, die Analysegeräte und den Zeitraum einer Inspektion eingeschränkt. Zudem ist es aus finanziellen Gründen nicht möglich, lokal eine ständige Einsatztruppe für Inspektionen bereitzuhalten. Deshalb veranstaltet die CTBTO Trainingskur-

se für Experten der verschiedenen Messmethoden aus allen Mitgliedsländern, um einen gut ausgebildeten Expertenpool aufzubauen, aus dem ein den Anforderungen angepasstes, effizientes Inspektionsteam gebildet werden könnte.

Die Schweiz ist dem Vertrag 1996 beigetreten und hat ihn 1999 ratifiziert. Die Sektion Rüstungskontrolle und Abrüstung des EDA vertritt die Schweiz in Wien und koordiniert die verschiedenen Leistungen der Schweiz im Rahmen des Vertrags. Dazu gehören:

- Die Seismikstation DAVOX im Dischmatal bei Davos, die durch den Erdbebendienst der ETH Zürich betrieben wird. Die hier registrierten Druckwellen werden via Satellit nach Wien übermittelt.



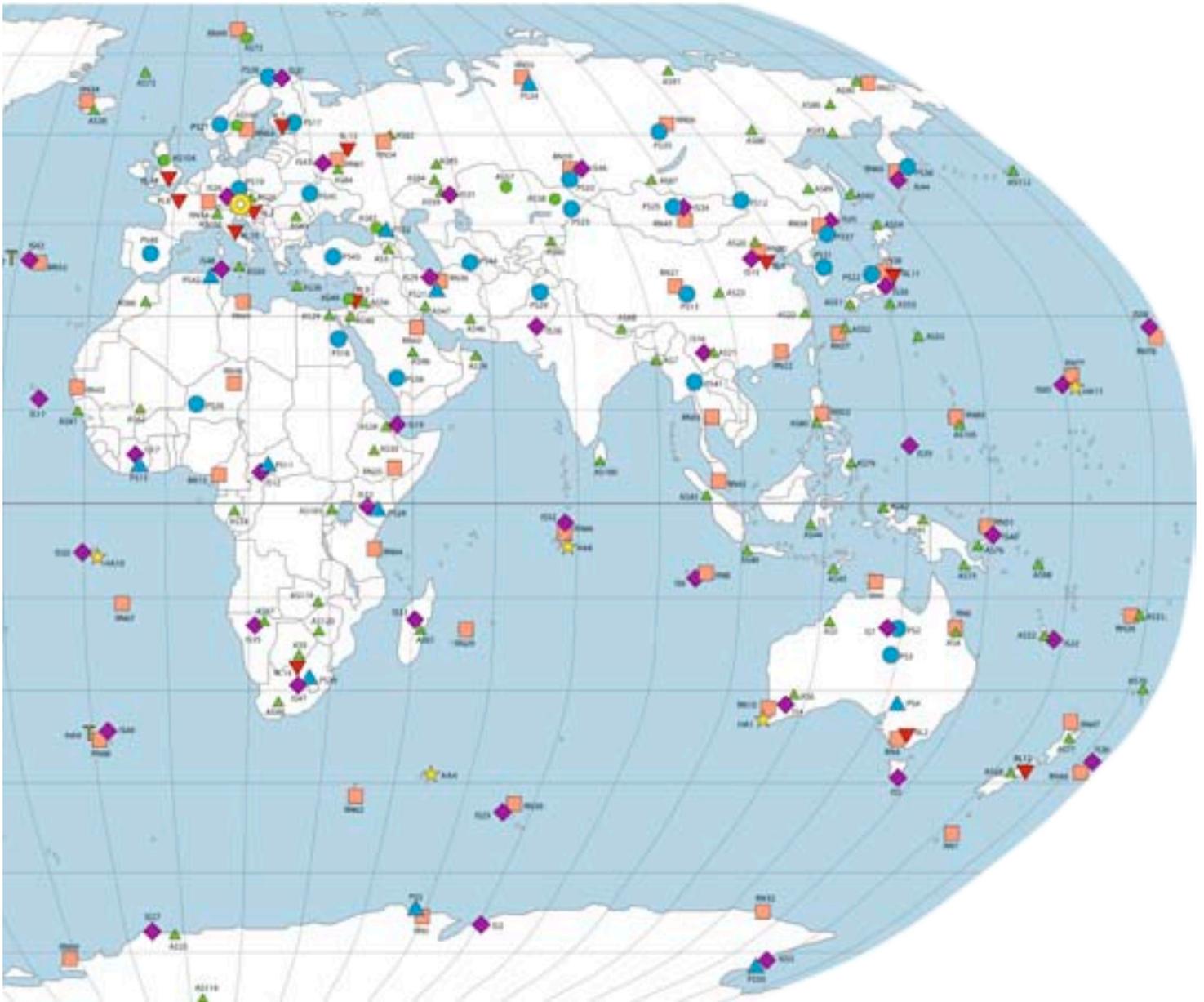
Handbuch für Inspektionen vor Ort



- Die Abteilung Klima- und Umweltphysik der Universität Bern befasst sich mit der hochgenauen Messung des Nuklids ^{37}Ar . Der natürliche Level von ^{37}Ar ist sehr tief. Ein erhöhter Level wäre ein starker Hinweis auf eine unterirdisch getestete Atombombe.
- Experten des LABOR SPIEZ engagieren sich im Bereich der «On Site Inspection». Dies geschieht durch Teilnahme an Übungen für die Messung von Radioaktivität wie beispielsweise diejenige in Tschernobyl vor einigen Jahren (Schwerpunkt Probenahme und Dekontamination). Für Ende 2014 ist eine umfassende Inspektionsübung geplant, bei der möglichst alle Abläufe und Messmethoden getestet werden sollen. Das Gastgeberland wird Ende Juni 2012 aus den

Kandidaten Ungarn, Ukraine oder Jordanien bestimmt. Die CTBTO ist dabei, innerhalb der nächsten zwei Jahre den Pool der Inspektoren in einer 2. Ausbildungsrunde zu verdoppeln.

Rund 50 Teilnehmer aus mehr als 40 Ländern nehmen an dieser Ausbildung teil. Mit dabei ist auch ein Mitarbeiter des LABOR SPIEZ. Die Ausbildungsblöcke im Jahr 2011 fanden auf einem militärischen Übungsgelände in Ungarn sowie in der neuen Equipment Storage and Maintenance Facility (ESMF) südlich von Wien statt. Nebst diesen Tätigkeiten war das LABOR SPIEZ 2011, wie schon die Jahre davor, mit dem Erarbeiten des «On Site Inspection Operational Manuals» in der Working Group B der CTBTO engagiert.



Globales Überprüfungssystem der CTBTO

	Primäre seismologische Messstation (Anordnung mehrerer Sensoren)		Hydroakustische Messstation (T-phasen)
	Primäre seismologische Messstation (Dreikomponenten-Sensor)		Infraschall-Messstation
	Sekundäre seismologische Messstation (Anordnung mehrerer Sensoren)		Radionuklid-Messstation
	Sekundäre seismologische Messstation (Dreikomponenten-Sensor)		Radionuklid-Labor
	Hydroakustische Messstation (Hydrophon)		Internationales Datenzentrum in Wien



Ricinus communis mit
Blütenständen und reifen
Samen



Ricinin als Markersubstanz bei Ricinvergiftungen

Marc-André Avondet

[1] D. L. Ashley: Preparing for Chemical Terrorism – Response at the Centers for Disease Control (CDC) and Prevention; Power-Point Presentation. <http://acscinf.org/docs/meetings/230nm/presentations/230nm78.pdf>

[2] Ricin as a weapon of mass terror – separating fact from fiction. Schep LJ, Temple WA, Butt GA, Beasley MD. *Environ Int.* 2009 Nov;35(8): 1267-71. Epub 2009 Sep 19. Review.

[3] Wikipedia; Freie Enzyklopädie (<http://de.wikipedia.org/wiki/Ricinin>).

[4] Hagers Enzyklopädie der Arzneistoffe und Drogen; Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2008.

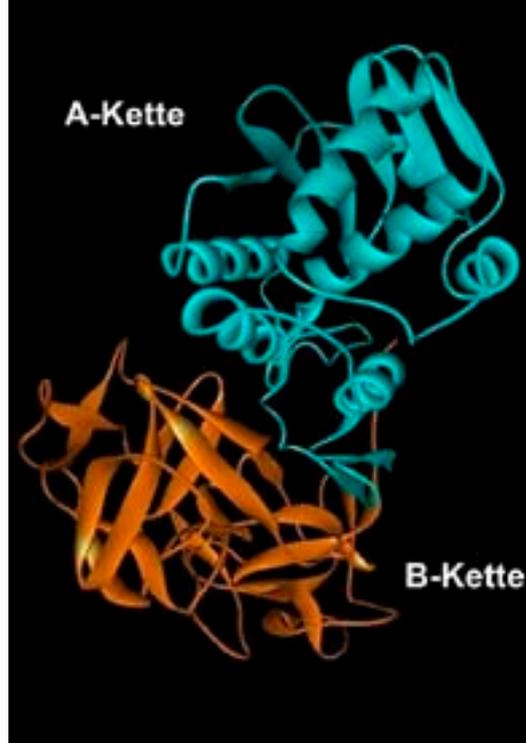
Für Anwendungen mit terroristischem Hintergrund wird das Protein Ricin aus den Samen mit wässriger Pufferlösung extrahiert. Dabei wird auch das Alkaloid Ricinin gelöst, das im Gegensatz zu Ricin chemisch sehr stabil ist und sich deshalb auch in klinischen Proben mehrere Tage lang nachweisen lässt. Zudem kommt Ricinin nur in der Pflanze *Ricinus communis* vor. Aus diesen Gründen ist die Detektion des relativ kleinen Moleküls Ricinin als Markersubstanz ein ausgezeichnetes Verfahren für die schnelle Beurteilung von Verdachtsproben und wird von den US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) empfohlen [1].

Trotz seiner mässigen Eignung als Massenvernichtungswaffe (instabiles Protein, geringe orale Toxizität [2]) ist Ricin in der Liste 1 der Chemiewaffen-Konvention aufgeführt. Auch in der letzten Version der Bio- und Toxinwaffen-Konvention steht Ricin auf den entsprechenden Listen. Aus diesen Gründen ist die Analytik von Ricin in Verdachtsproben mit terroristischem Hintergrund im LABOR SPIEZ von grosser Bedeutung. Immunologische Verfahren (ELISA & LFA) und massenspektrometrische

Methoden (MALDI-TOF MS & LC-MS/MS) stehen dabei im Vordergrund.

Ricinin [3, 4] ist ein Inhaltsstoff aus der Pflanze *Ricinus communis*, gehört zur Gruppe der Pyridin-Alkaloide und ist neben dem hochgiftigen Protein Ricin verantwortlich für die Giftigkeit der Pflanze. Ricinin kommt in allen Pflanzenteilen vor und hat unter anderem insektizide Wirkung. Beim Menschen greift es die Leber und Nieren an und kann auch schwere Vergiftungen verursachen. Die Samen enthalten etwa 0,2 % des Alkaloids. Im Gegensatz zu Ricin lässt sich Ricinin nicht durch Hitzebehandlung inaktivieren. Um Pressrückstände der Ricinusölherstellung als Tierfutter zu verwerten, müsste Ricinin nach Inaktivierung des Ricins mit einer aufwändigen Extraktion entfernt werden.

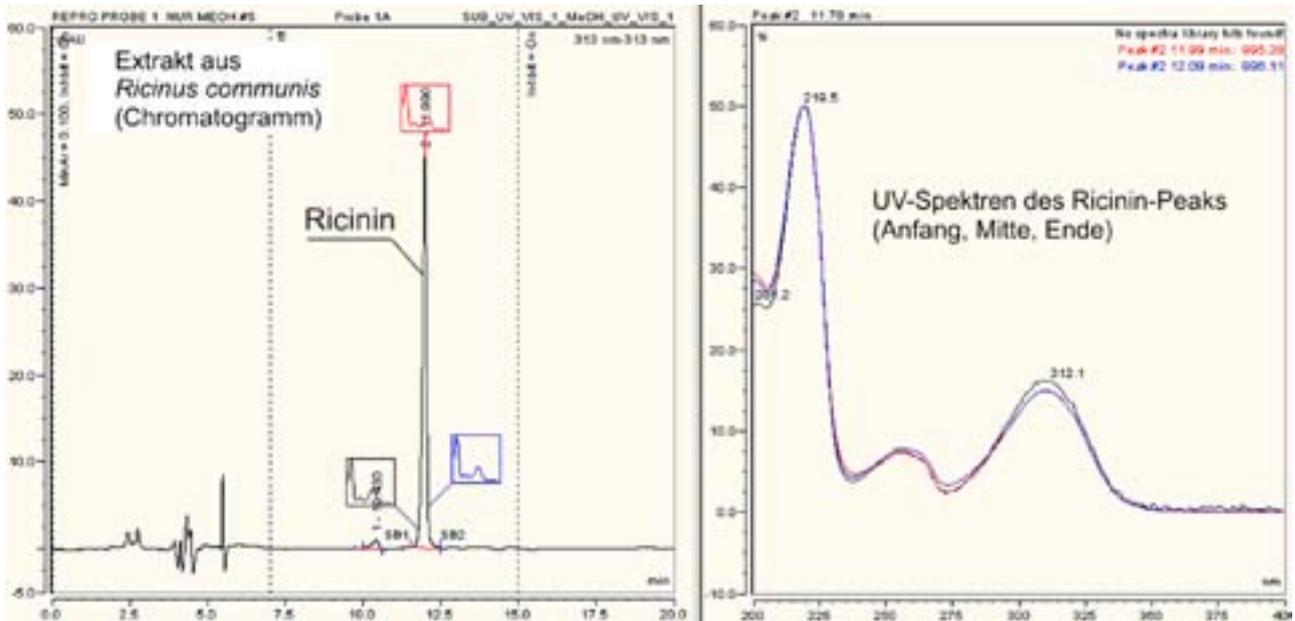
Synthetisch kann Ricinin durch Cyclisierung von 1,1-Dicyano-4-(N,N-dimethylamino)-2-methoxy-1,3-butadien und nachfolgender Methylierung hergestellt werden. In der Pflanze wird es über Nicotinamid als Zwischenstufe biosynthetisch erzeugt.



3D-Struktur
des Glykoproteins Ricin

Strukturformel Ricinin	
Namen (IUPAC)	4-Methoxy-1-methyl-2-oxo-1,2-dihydropyridin-3-carbonitril
Summenformel	$C_8H_8N_2O_2$
CAS-Nummer	524-40-3
PubChem	10666
Molare Masse	$164.16 \text{ g mol}^{-1}$
Schmelzpunkt	200–201 °C
Löslichkeit	Löslich in Wasser, Methanol und Ethanol
LD ₅₀	19-20 mg kg ⁻¹ (Maus, oral)

Ricin ist ein hochmolekulares und wasserlösliches Protein aus den Samen der Pflanze *Ricinus communis* (Wunderbaum). Es ist ein starker Inhibitor der eukaryotischen Proteinbiosynthese und eines der giftigsten Proteine, welches in der Natur vorkommt. Gelangt das Gift in den Organismus, so bringt es durch Inaktivierung der Proteinsynthese die befallenen Zellen zum Absterben.



Chromatogramm eines Extraktes aus *Ricinus communis* mit Überprüfung der Reinheit des Ricinin-Peaks.

Analytik von Ricinin

Die Analyse und Quantifizierung von Ricinin in *Ricinus communis* und daraus hergestellten Extrakten erfolgt in der Gruppe Toxinologie des Fachbereichs Biologie standardmässig mittels Flüssigchromatografie und UV-Detektion mit Photodiodenarray-Detektor (HPLC-DAD) [5]. Dazu werden Proben erschöpfend mit Methanol extrahiert und die Extrakte mittels Festphasenextraktion (C18 SPE) gereinigt. Ein «Terroristen-Pulver» auf Ricinus-Basis wurde gemäss einer online verfügbaren Anleitung hergestellt und auf Ricinin analysiert.

Da die Selektivität der verwendeten HPLC-DAD Methode bei klinischen Proben, wie z. B. Blut oder Urin, an ihre Grenzen stösst, müssen dafür alternative Methoden wie LC-MS/MS eingesetzt werden. Ricinin lässt sich mittels LC/MS mit Multiple Reaction Monitoring (MRM) in komplexen Matrices nachweisen. Mit der MRM-Methode kann eine sehr hohe Spezifität erreicht werden. Das erste Quadrupolfilter (Q1) erlaubt die Selektierung des Precursorions ($[M+H]^+$) mit nachfolgender Fragmentierung in Q2. Mit Q3 werden dann die Fragmentionen gescannt oder ein Ion selektiert. Ein intensives und typisches Fragmention wird zur Quantifizierung verwendet, ein zweites (Qualifier), um die Identität von Ricinin zu

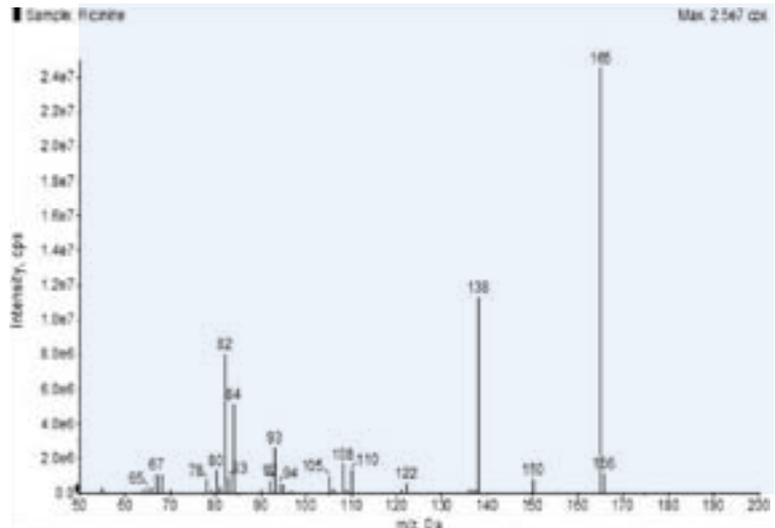
bestätigen. Dies wird durch den Vergleich der relativen MRM-Signalfächen von Probe und Standard erreicht. Für eine positive Identifikation müssen die Flächenverhältnisse üblicherweise innerhalb $\pm 20\%$ übereinstimmen.

Die Quantifizierung wurde mit MRM und der externen Standardmethode durchgeführt. Dazu wurde der Quantifier-Übergang verwendet.

Für die Messungen wird eine Agilent Series 1200 HPLC und ein Massenspektrometer 3200 QTrap von Applied Biosystems/MDS Sciex mit ESI-Quelle verwendet. Der Ricinin-Standard stammt von der französischen Firma Latoxan (L 6012; Reinheit = 98%). Weitere Informationen zu Messbedingungen und MRM-Auswertung siehe [6].

[5] Bericht LABOR SPIEZ 2010-01 Quantitative HPLC-Bestimmung von Ricinin in *Ricinus communis* und daraus hergestellten Extrakten (Werner Arnold; 04.02.2010)

[6] Prüfbericht LABOR SPIEZ Nr. OA-2011-04 vom 07.09.2011



750 ppb Ricinin. Enhanced product ion-spektrum(MS/MS). Kollisionsenergie: 40 eV.

Untersuchung von Realproben

Seit 1980 sind in Deutschland immer wieder Vergiftungsfälle von Hunden mit sogenanntem Biodünger vorgekommen [7]. Dieser Biodünger ist eine Mischung von Knochen- bzw. Hornmehl und Pressrückstand aus der Ricinusölherstellung. Aufgrund fehlender oder unzureichender Inaktivierung des im Pressrückstand enthaltenen Ricins wurden die Hunde durch den gefressenen Biodünger vergiftet und etliche Tiere sind in der Folge verendet. Der Grund für diese Vergiftungen war nicht oder ungenügend inaktivierter Pressrückstand aus der Ricinusölherstellung. Erstaunlicherweise hat es 2010 wiederum solche Vergiftungen gegeben, die Ursache war erneut Biodünger mit einem deutlich zu hohen Gehalt an Ricin.

Das Robert Koch-Institut hat die in der Folge erhobenen Biodüngerproben auf den Gehalt an Ricin untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass der Gehalt den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwert deutlich überschritten hatte. Ein obduzierter Hund zeigte die für eine orale Ricinvergiftung typischen Symptome einer hämorrhagischen Enteritis. Leider konnte in den klinischen Proben (Nieren, Leber, Magen und Blut) kein Ricin festgestellt werden, weil das Ricin nach der Aufnahme in die Zielzellen analytisch nicht mehr erfasst werden konnte.

Im LABOR SPIEZ wurde die Urinprobe des toten Hundes mittels HPLC-DAD auf Ricinin untersucht. Wegen unklaren Ergebnissen wurden in Zusammenarbeit mit den Kollegen der Organischen Analytik LC-MS/MS Messungen durchgeführt, welche zu einem eindeutig positiven Nachweis von Ricinin geführt haben. Damit konnte die Beweiskette, dass die vergifteten Hunde Kontakt mit dem Biodünger (Ricin) hatten, geschlossen werden.

[7] Ricinus communis Intoxications in Human and Veterinary Medicine – A Summary of Real Cases; Sylvia Worbs et al; Toxins 2011, 3(10), 1332-1372



Monitoring von humanpathogenen Viren in Mücken

*Dr. Olivier Engler, Dr. Christian Beuret
und Dr. Marc Strasser*

In der Schweiz haben sich, unter anderem wegen klimatischen Veränderungen, Mückenarten ausgebreitet, die als Vektoren für sogenannte «Emerging Infectious Diseases» gelten. Aufgrund der erhöhten Reisetätigkeit werden zudem exotische Krankheitserreger aus endemischen Gebieten in die Schweiz eingeführt. Bei entsprechender Konstellation könnten diese Erreger durch solche Mückenarten weiterverbreitet werden. Diverse andere Viren werden durch Tiere wie Zugvögel nach Europa gebracht und können durch lokale Mückenarten auf Mensch und Tier übertragen werden. Um die Verbreitung verschiedener Viren in Europa beurteilen zu können, beteiligt sich das LABOR SPIEZ, in Kollaboration mit Partnerinstituten, an der mikrobiologischen Überwachung (Surveillance) potentieller Vektoren.

Durch die klimatischen Veränderungen haben sich weltweit die Lebensräume vieler Mückenarten verschoben. Für die Schweiz war die Einwanderung der Asiatischen Tigermücke (*Aedes albopictus*) aus Italien ins Tessin sowie die Einführung der Asiatischen Buschmücke (*Aedes japonicus*) nördlich der Alpen von zentraler Bedeutung. Die Tigermücke kann in en-

demischen Gebieten das Chikungunya-Virus übertragen und gilt auch als Vektor der in tropischen und subtropischen Regionen weit verbreiteten Dengue-Viren. Sowohl Chikungunya-Viren wie Dengue-Viren kommen gewöhnlich in Europa nicht vor, können aber von infizierten Reiserückkehrern nach Europa eingeschleppt werden. So wird vermutet, dass ein Ausbruch mit Chikungunya-Viren 2007 in Norditalien auf einen Patienten zurückzuführen ist, der sich während eines Aufenthalts auf dem indischen Subkontinent mit dem Virus infiziert hatte. Weiter wurde 2010 in Südfrankreich der erste Fall einer Übertragung von Dengue-Viren durch ansässige Tigermücken bekannt. Die Tigermücke breitet sich im Tessin kontinuierlich aus und könnte in den stark betroffenen Gebieten eine für autochthone Infektionen kritische Dichte erreichen. Nördlich der Alpen ist die Tigermücke erst vereinzelt gefunden worden; man geht davon aus, dass diese Exemplare auf Fahrzeugen vom Süden mitgeschleppt wurden. Im Norden der Schweiz hat sich in den letzten Jahren eine zweite exotische Mückenart ausgebreitet, die japanische Buschmücke. Es ist anzunehmen, dass auch diese Mückenart als Vektor für verschiedene exotische Viren in Frage kommt.

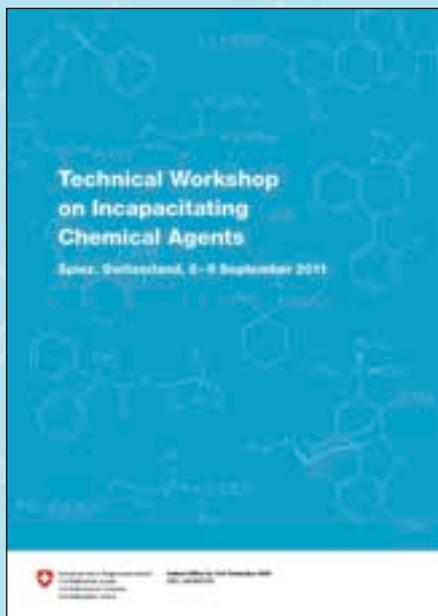
Schon länger kennt man die Gefahr, die von West-Nil-Viren ausgeht. Diese haben sich in den letzten zehn Jahren über den nordamerikanischen Kontinent ausgebreitet und dort mehr als 30 000 klinische Infektionen verursacht. In Europa sorgen West-Nil-Viren, die meist über Zugvögel nach Europa gelangen und von verschiedenen Mückenarten auf Vögel, Pferde und Menschen übertragen werden, sporadisch für kleinere Ausbrüche. Im Sommer 2010 kam es in Griechenland zu einem Ausbruch mit über 200 vermuteten oder bestätigten Infektionen und 35 Todesfällen. 2011 wurde das West-Nil-Virus bei Patienten in Italien, Ungarn, Albanien und Mazedonien nachgewiesen. Es ist zur Zeit noch unklar, ob und wie sich das Virus weiter ausbreiten wird.

In Zusammenarbeit mit dem Istituto Cantonale di Microbiologia (ICM) in Bellinzona und der Fondazione Bolle di Magadino hat der Fachbereich Biologie des LABOR SPIEZ ein dreijähriges Projekt zur Untersuchung einheimischer und eingewanderter Mückenarten auf humanpathogene Viren eingeleitet. Aufgrund der jüngsten Entwicklung in Europa und der Verbreitung entsprechender Vektoren in der Schweiz wurden die drei Virusarten West-Nil-Virus (WNV), Dengue-Virus (DENV) und Chikungunya-Virus (CHIKV) als besonders relevant eingestuft.

2010 wurde im Tessin zur Einführung der Methoden eine Pilotstudie durchgeführt und im Jahr 2011 konnten die ersten Daten erhoben werden. Hierzu wurden an ausgesuchten Orten während mehreren Monaten regelmässig Mückenfallen aufgestellt. Die Tigermücke wurde in der Grenzregion um Chiasso gefangen. In dieser Region hat sie sich am stärksten ausgebreitet. Andere Stechmücken (*Aedes vexans*) gingen im Naturschutzgebiet Bolle di Magadino sowie in der unmittelbaren Umgebung von Wohngebieten (*Culex pipiens*) in die Fallen. Ende Jahr gelangten die Mücken zur Untersuchung ins LABOR SPIEZ und wurden 2011 in Zusammenarbeit mit dem ICM Bellinzona untersucht. Aus den Mückenpools wurde das genetische Material (RNA und DNA) extrahiert und mit einer Reihe molekularbiologischer Methoden (quantitativer real-time RT-PCR und generischer PCR-Protokolle) auf Spuren von West-Nil-, Chikungunya-, Dengue- und weiteren Viren untersucht. In über 10% der Mückenpools liessen sich genetische Spuren von Viren nachweisen. Die detaillierte Analyse der Virussequenzen zeigte allerdings, dass es sich in den meisten Fällen um für Mensch und Tier ungefährliche Virusarten handelte.

In mehreren der *Culex*-Mückenpools wurde das mit den West-Nil-Viren nahe verwandte Usutu-Virus gefunden. Das Virus wird gegenwärtig in Zellkulturen vermehrt, um eine bessere Charakterisierung zu ermöglichen. Durch Anwendung des «Whole Genome Sequencing» soll das vollständige Genom der Usutu-Viren aufgeschlüsselt werden, um deren Abstammung zu eruieren. Usutu-Viren wurden im Zusammenhang mit ausgedehntem Vogelsterben bekannt. Für den immunkompetenten Menschen stellen die Usutu-Viren kein Risiko dar, können aber – wie kürzlich zwei Fälle in Italien gezeigt haben – bei immunkompromittierten Personen eine schwere Infektion auslösen.

Wie die Erfahrungen der letzten Jahren gezeigt haben, ändert sich die epidemiologische Situation in Europa aufgrund der klimatischen Veränderung, der Migration von Vögeln und der stark gestiegenen Reiseaktivitäten sehr schnell. Insbesondere aufgrund der Ausbreitung von West-Nil-Viren in Europa, aber auch wegen des Aufkommens neuer Viren, soll die Surveillance der Mücken im Tessin weitergeführt und auf weitere Gebiete der Schweiz ausgedehnt werden.



Workshop zu handlungsunfähig machenden chemischen Stoffen

Incapacitating Chemical Agents, ICA*

Stefan Mogl

*Executive Summary übersetzt aus dem Konferenzbericht

Dieser technische Workshop ist Teil einer Reihe von Aktivitäten, welche die Schweiz in den letzten Jahren unternommen hat, um Unklarheiten zum Status von ICA im Rahmen des Chemiewaffenübereinkommens (CWÜ) anzugehen. Organisiert wurde die Veranstaltung vom LABOR SPIEZ, zusammen mit VERIFIN, dem Finnischen Institut zur Implementierung des CWÜ. Das Ziel bestand darin, Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Fachrichtungen zusammenzubringen, um einige grundlegende technische Fragen zu klären, welche die politische Diskussion über ICA beeinflussen können.

Was sind ICA? ICA sind toxische Chemikalien, die typischerweise auf das Zentralnervensystem einwirken. Sie unterscheiden sich von Reizstoffen (Riot Control Agents, RCA), die ihre Wirkung mehrheitlich im peripheren Nervensystem entfalten. Es besteht kein Bedarf nach einer wissenschaftlichen Definition der ICA, da eine solche Definition die Behandlung der ICA als toxische Chemikalien im Rahmen des CWÜ nicht tangieren würde.

Wie lassen sich ICA nachweisen? Die heute bestehenden Analysemethoden für CWÜ rele-

vante Chemikalien (chemische Kampfstoffe, Vorläufersubstanzen und Abbauprodukte) lassen sich nicht direkt auf die Identifikation von ICA übertragen, wobei es sich bei ICA meist um pharmazeutische oder ähnliche Stoffe handeln dürfte. Auch die Methoden in toxikologischen Laboratorien sind nicht auf den Nachweis von ICA ausgerichtet. Allerdings kann das Fachwissen, das in beiden Bereichen vorhanden ist, als Ausgangsbasis für geeignete Nachweismethoden dienen. Insbesondere die hochauflösende Massenspektrometrie stellt eine vielversprechende Screening-Methode für ICA dar.

ICA wirken typischerweise auf das Zentralnervensystem ein, doch jede Wirkung ist dosisabhängig, und jeder Stoff, einschliesslich ICA, hat Nebenwirkungen. Zudem besteht eine erhebliche Variabilität der Wirkungen aufgrund der individuellen Empfindlichkeit. Aufgrund der Komplexität des Gehirns ist das Verständnis der Abläufe immer noch beschränkt und obwohl z. B. die Kenntnisse zu Neurotransmittern erheblich erweitert wurden, ist deren detaillierte Wirkungsweise erst für eine kleine Zahl aufgeklärt. Wie zudem aus der praktischen Anwendung von RCA bekannt ist, kommt es bei

einem Einsatz im Feld typischerweise zu Überdosierungen. Zusammengefasst gibt es zu viele Variablen, um die Sicherheit einer Anwendung von ICA unter allen Umständen garantieren zu können.

Generell sind es nicht die Stoffeigenschaften, sondern die Art und Weise, wie ein Stoff eingesetzt wird, die für eine Definition von ICA entscheidend sind. Wichtig in der Diskussion über die Anwendung von ICA ist deshalb die Frage über die Art und den Umfang der Risiken, die man dabei zu akzeptieren bereit ist. Ausserhalb medizinisch kontrollierter Bedingungen – also bei der Ausbreitung eines Stoffs im Feld – geht die Frage der sicheren Anwendung weit über die Erreichung eines möglichst weiten therapeutischen Konzentrationsbereichs für den Stoff hinaus. Wo liegt die Schwelle für eine «annehmbare Zahl» von Opfern – und was bedeutet dies für Schadensklagen aufgrund eventueller Gesundheitsschäden? Wer wäre für die Risikobeurteilung bezüglich Entwicklung, Einführung und Einsatzdoktrin dieser Stoffe verantwortlich? Es steht heute keineswegs fest, dass solche Beurteilungen auch tatsächlich durchgeführt würden. Die Entwicklung von Waffen für den Erhalt der öffentlichen Ordnung muss deshalb transparent und unter Beizug der Öffentlichkeit erfolgen - Geheimhaltung lässt sich in diesem Fall nicht rechtfertigen.

Auseinandersetzungen und Gewalttätigkeiten bei (grossen) Menschenansammlungen scheinen zuzunehmen. Einige Exponenten betrachten den Einsatz von ICA deshalb als zulässig, da der Bedarf für eine Auswahl von nicht letalen bis letalen Einsatzmitteln nachgewiesen sei. Während RCA schon länger für verschiedene Szenarien eingesetzt werden – das CWÜ enthält eine funktionelle Definition für RCA und schränkt deren Anwendung ein – bleibt unklar, welche Vorteile ein Einsatz von ICA bieten könnte.

Seit dem Inkrafttreten des CWÜ, als ICA bereits diskutiert wurden, haben sich die technischen Voraussetzungen nicht grundlegend verändert. Doch möglicherweise werden bewaffnete Konflikte im Vergleich zu Massnahmen für den Erhalt der öffentlichen Ordnung heute unterschiedlich wahrgenommen. Angesichts der neuen Aufgaben, welche die Streitkräfte heute u.a. in Form von friedenssichernden Einsätzen übernehmen, verschwindet die Grenze zwischen Erhalt der öffentlichen Ordnung und bewaffnetem Konflikt. Welche Auswirkungen hätte es auf das CWÜ, wenn ICA als Mittel für Polizeiaufgaben zugelassen würden und militärische Einheiten für «spezielle Operationen» damit ausgerüstet würden? Solange die Zulässigkeit der verschiedenen

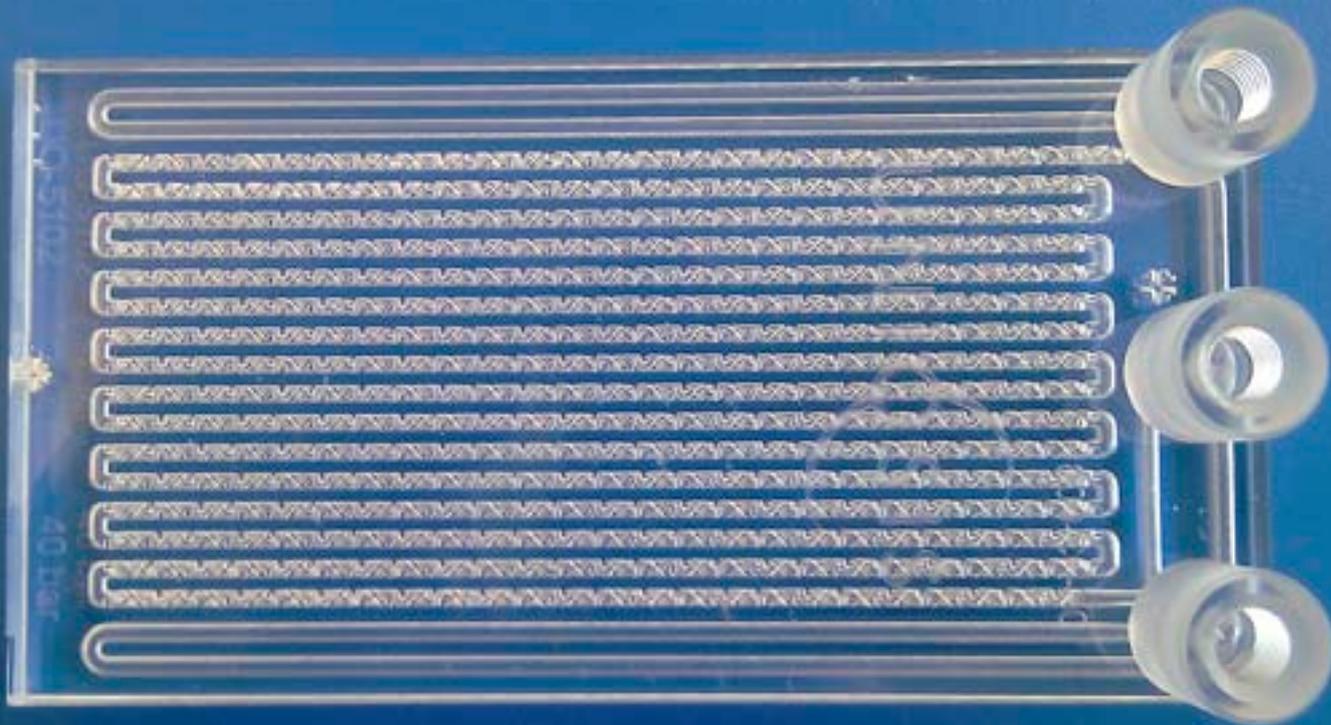
Einsatzgebiete nicht geklärt ist, besteht die Gefahr, dass ICA in militärischen Szenarien (vermehrt) Einzug halten. Entscheidende Fragen im Rahmen des CWÜ sind: Welche Typen und Mengen von Agenzien sollen erlaubt sein und welche Waffensysteme dürfen bzw. müssen für die Verbreitung solcher Stoffe entwickelt werden? In dieser Diskussion zu berücksichtigen sind insbesondere das Verbot der Entwicklung und des Besitzes von chemischen Waffen sowie das Verbot von militärischen Vorbereitungen für ihren Einsatz. Ausserdem wird sich eine Proliferation solcher Waffen nicht vermeiden lassen, sollten ICA entwickelt, gelagert und eingesetzt werden.

Das CWÜ ist eine Erfolgsgeschichte und wird an der Frage der ICA nicht zerbrechen. Doch ICA könnten dazu führen, dass einige Länder mit einer neuen Generation von chemischen Waffen wiederaufrüsten, welche weiter entwickelt sind als jene, die gegenwärtig vernichtet werden.

Trotz aller zum Thema ICA eingebrachten Ideen besteht die Gefahr, dass sich die Diskussion im Kreis dreht – es ist deshalb wichtig, die Debatte zu öffnen. In künftige Diskussionen müssen alle wichtigen Interessengruppen einbezogen werden, insbesondere Polizeikreise, denn Strafverfolgungs-Organisationen im traditionellen Sinn haben bisher noch nicht öffentlich zu ICA Stellung genommen.

Fortschritte in der Kontrolle und Abrüstung von biologischen und chemischen Waffen lassen sich erfahrungsgemäss nur langsam erzielen. In der Vergangenheit jedoch haben Nichtregierungsorganisationen dank ihrer aktiven Beteiligung und dank verschiedener Kampagnen zu wichtigen Fortschritten im Abrüstungsbereich beigetragen. Es ist daher wünschenswert, diese Kreise einzubeziehen. Ein möglicher Ansatz könnte darin bestehen, einen Prozess zur Förderung des gemeinsamen Verständnisses einzuführen – ähnlich der Expertentreffen im Rahmen des Biologiewaffenübereinkommens. Am wichtigsten ist jedoch, dass die Diskussion jene Staaten miteinschliesst, die bisher nur geringes Interesse an diesen Fragen gezeigt haben. Wir hoffen daher, dass dieser Bericht für die künftigen Überlegungen von Nutzen sein wird.

*Der Konferenzbericht ist erhältlich unter:
laborspiez@babs.admin.ch*



Mikroreakortertechnologie in der Kampfstoffchemie

Andreas Zaugg

Obwohl eine Verwendung von Mikroreaktorsystemen zur Synthese von klassischen chemischen Kampfstoffen oder anderen Verbindungen der CWÜ-Liste bis heute noch nicht publiziert wurde, beschäftigt diese neue Technologie die Synthetiker im LABOR SPIEZ. Untersuchungen der Gruppe Organische Chemie konnten aufzeigen, dass Mikroreaktoren in einigen Anwendungsgebieten zwar eine gute Alternative zum herkömmlichen Batchverfahren bieten, für die Kampfstoffchemie jedoch keinen Fortschritt darstellen, da in diesem Bereich viele Reaktionen zur Bildung von Feststoffen führen und damit für die Mikroreakortertechnologie gänzlich ungeeignet sind.

Mikroreaktorsysteme

Für Reaktionen werden in der organischen Chemie seit jeher Rundkolben aus Glas verwendet. Umsetzungen im Bereich von 1 Milligramm bis zu mehreren Gramm und Reaktionsvolumen von weniger als einem Milliliter bis zu mehreren Litern sind durchaus gängig. Dabei wird viel Zeit und Energie für die Suche nach optimalen Reaktionsparametern aufgewendet. Später ergeben sich Probleme beim sogenannten «Scale-up», welches eine weitere Verfeinerung und Anpassung der Reaktionsparameter

erfordert. Aufgrund dieser häufig auftretenden Schwierigkeiten haben seit den frühen 90er Jahren mikrostrukturierte Durchflussreaktoren eine rasante Entwicklung erlebt [1]. Diese Reaktoren bestehen aus kleinsten Kanälen, welche in ein flaches Material eingelassen werden (Chip, Abb. 1) oder aus geformten Röhren (Abb. 2) wie Schläuchen aus chemisch resistentem Material. Am häufigsten wird dabei Glas, PTFE (Teflon), rostfreier Stahl oder Hastelloy verwendet.

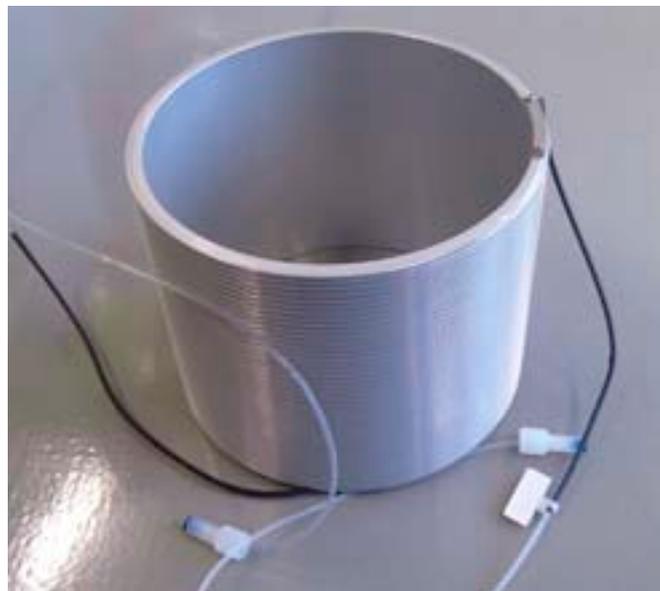
Die extrem kleinen Kanaldimensionen von 10–1000 µm erzeugen ein sehr grosses Verhältnis von Oberfläche zu Volumen. Chemische Reaktionen profitieren dadurch von einem optimalen Wärmeaustausch und guter Durchmischung. Der rasche Wärmeaustausch und das effiziente Mischen beeinflussen stark den Fortschritt der Umsetzung, was oft zu einer besseren Selektivität, Ausbeute und Reinheit führt [2]. Vorteile bringt das System besonders bei der Synthese von instabilen oder hoch reaktiven (explosiven) Stoffen, da das Produkt einerseits direkt nach dessen Bildung weiterverwendet werden kann und sich andererseits immer nur kleine Mengen während kurzer Zeit im Reaktor befinden.

[1] L. Rumi, «Beitrag zur Grünen Chemie: Anwendung der Mikroreaktor Technologie und neuartiger heterogener Palladium(0)-Katalysatoren auf Grafitoxid-Basis» Doktorarbeit, 2009, Fakultät für Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland.

[2] K. Geyer, «Fabrication and Use of Microreactors for Synthetic Organic Chemistry», Doctoral Thesis; 2009, ETH no. 18148, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland.

Abb. 1: Glas Mixerchip
Uniqsis

Abb. 2: Teflon Coil
Reaktor Uniqsis



Seit ca. 10 Jahren sind Mikroreaktoren in den verschiedensten Ausführungen und Materialien kommerziell erhältlich. Spezialisierte Firmen fertigen auch Reaktoren auf Wunsch an. Nebst den Reaktoren können auch ganze Systeme als kompakte Geräte (Abb. 3) gekauft werden. Diese enthalten neben den benötigten Pumpen beheizbare Halterungen für die Reaktoren, Fraktionensammler sowie Drucksysteme, um Reaktionen bei Temperaturen über dem Siedepunkt der verwendeten Lösungsmittel – ähnlich der Mikrowellensysteme – zu fahren. Meist sind die Geräte computergesteuert, sodass auch eine Sequenz von einer Reaktion bei verschiedenen Parametern (Reaktionsoptimierung) durchgeführt werden kann. Stetig kommen neue Peripheriegeräte wie Liquidhandler oder Diagnoseprogramme auf den Markt.

Die sogenannte Flow chemistry hat auch Einzug in die Industrie gehalten. Hier sollen v. a. die Vorteile der kleineren Dimensionen gegenüber den Batchverfahren ausgenutzt werden. Bei der Umsetzung der Technologie vom Labormassstab zum Grossmassstab wird das Scale-up (Vergrösserung der Mikroreaktoren) dem Scale-out (Parallelisierung von Mikroreaktoren) vorgezogen.

Auf Grund dessen und der angepriesenen technischen Eigenschaften dieser Technologie wurde diese auch in Rüstungskontrollforen, (Australia Group, Scientific Advisory Board der OPCW) zum Thema. Damit rückte die Mikroreaktortechnologie auch in den Fokus des LABOR SPIEZ, obwohl eine Verwendung von Mikroreaktorsystemen zur Synthese von klassischen chemischen Kampfstoffen oder anderen Verbindungen der CWÜ-Liste (Chemiewaffenübereinkommen) bis heute noch nicht publiziert wurde.



Abb. 3:
FlowSyn™ Uniqsis

Statistik

Oft werden neue Technologien als Lösung für alle Probleme angepriesen. Dies war der Fall bei der Einführung der Mikrowellentechnologie und wiederholt sich jetzt bei der Mikroreakorttechnologie. Seit 1950 wird die Mikrowellentechnologie in der organischen Synthese eingesetzt und hat zweifelsohne in vielen Bereichen Vorteile gebracht. Sie hat aber die organische Chemie nicht revolutioniert. Ein Vergleich der Anzahl erschienener Publikationen und Patente der beiden Technologien soll die Relationen aufzeigen.

Figur 1 zeigt, dass die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen zum Thema Mikroreaktoren während den letzten 10 Jahren kontinuierlich bis 2005 gestiegen ist und sich ab diesem Zeitpunkt erstaunlicherweise auf einem relativ stabilen, eher tiefen Level gehalten hat. Die Anzahl Patente nimmt einen ähnlichen Verlauf.

Im Gegensatz dazu ist die bereits gut bekannte Mikrowellentechnologie Gegenstand einer Vielzahl von Publikationen und Patenten (Figur 2), deren Anzahl immer noch zunimmt [3].

Ein zweiter theoretischer Ansatz, die Mikroreakorttechnologie bezüglich ihrer Verwendung für die Synthese chemischer Kampfstoffe und verwandten Stoffen zu kategorisieren, besteht in der Evaluation der in der Gruppe Organische Chemie des LABOR SPIEZ verwendeten Standardsynthesen. Dabei werden die Standardverfahren nach folgenden, aus der Literatur gewonnenen Kriterien eingeteilt und auf ihre Mikroreakortauglichkeit überprüft:

- Reaktionen, die im Batchverfahren einigermaßen gut funktionieren, aber eine Reaktionszeit von >60 min kombiniert mit einer

Reaktionstemperatur von 100 °C oder mehr benötigen, können mit einem Mikroreakortsystem nur schlecht oder gar nicht realisiert werden.

- Reaktionen, bei welchen während der Synthese Feststoffe anfallen, sind mittels Mikroreakorttechnologie nicht möglich. Niederschläge führen zu Verstopfungen des Systems und sofortigem Abbruch der Reaktion.

Basierend auf der Analyse 81 verschiedener Verfahren bezüglich der Kampfstoffchemie wie z. B. Esterifikation, Chlorierung, Fluorierung, Cyanierung, Sulfierung, Amidsynthese, Hydrolyse und Oxidation, wurden die Standardverfahren des LABOR SPIEZ als Mikroreakort kompatibel oder inkompatibel eingestuft (Figur 3).

Nach Anwendung der gewählten Kriterien sind demnach nur 25% der von der Gruppe Organische Chemie verwendeten Standardreaktionsverfahren in der Mikroreakorttechnologie anwendbar. 75%, davon 66% auf Grund von Feststoffen und 9% auf Grund einer schlechten Kinetik, sind nicht mit der Mikroreakorttechnologie kompatibel. Ein ähnliches Resultat wurde in der Literatur [4] beschrieben. Demnach kam die Firma Lonza in Visp nach der Evaluation von 86 verschiedenen Industrieprozessen zum Schluss, dass 63% dieser Prozesse nicht mittels Mikroreakorttechnologie durchgeführt werden können.

[3] C. O. Kappe, D. Dallinger, S. S. Murphree, «Practical Microwave Synthesis for Organic Chemists», ed. WILEY-VCH, 2009

[4] D. M. Roberge, L. Ducry, N. Bieler, P. Cretton, B. Zimmermann, «Microreactor Technology: A Revolution for the Fine Chemical and Pharmaceutical Industries?», Chem. Eng. Technol., 28 (3), 2005

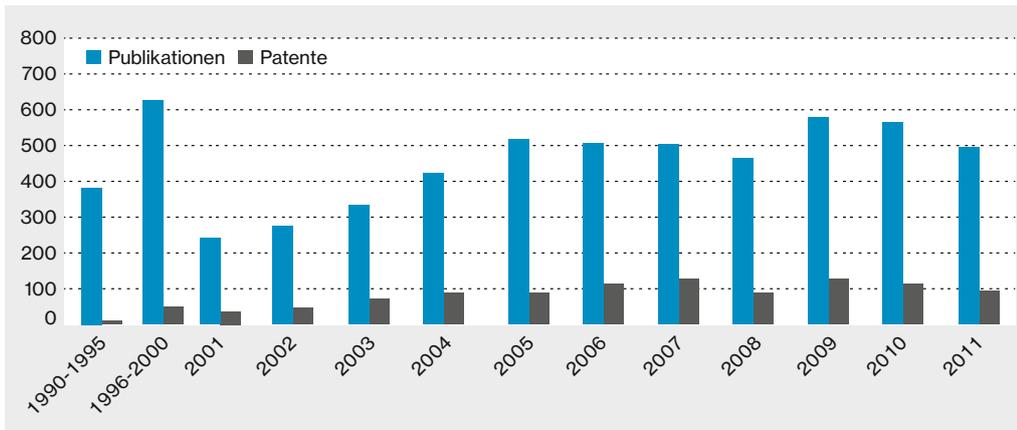


Fig. 1: Anzahl Publikationen und Patente zum Thema Mikroreaktoren (2001 bis heute und 5-Jahres Zusammenfassung 1990–2000).
Quelle: SciFinder, Volltextsuche «microreactor» am 14.02.2012.

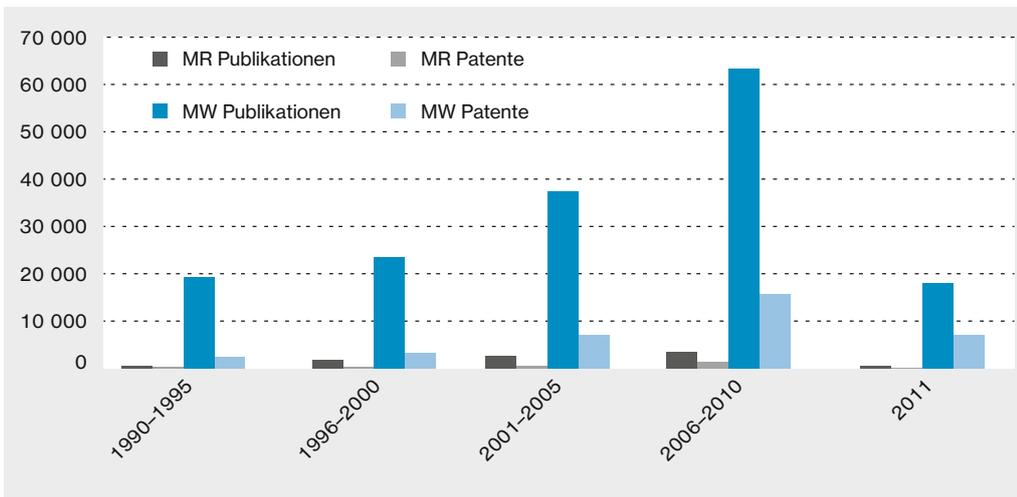


Fig. 2: Vergleich der Anzahl Publikationen und Patente zu den Themen Mikrowelle (MW) und Mikroreaktoren (MR).
Quelle: SciFinder, Volltextsuche «microwave» und «microreactor» am 14.02.2012.

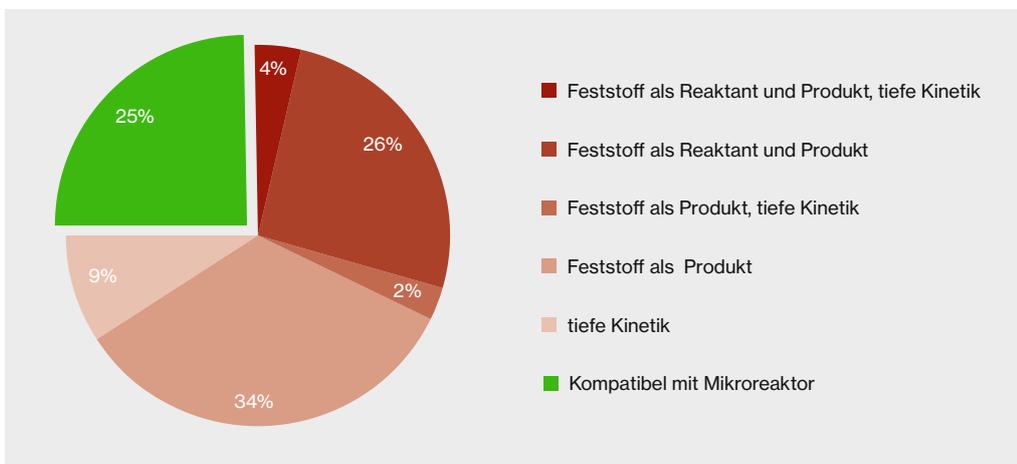


Fig. 3: Überprüfung von 81 routinemässig verwendeten Batchverfahren in der Kampfstoffchemie im LABOR SPIEZ auf ihre Mikroreaktortauglichkeit. Die Prozentzahl der mikroreaktortauglichen Verfahren ist in Grün (25%) dargestellt, die nichttauglichen in Rottönen (75%).

Anwendungsbeispiele

Die Beispiele der Synthesen von Bis(2-chlorethyl)sulfid, Methylphosphonsäuredichlorid und Bis(2-chlorethyl)ethylamin zeigen deutlich, dass die Technologie nicht geeignet ist für feststoffbildende Reaktionen oder Reaktionen mit einer schlechten Kinetik.

Die Synthese von Bis(2-chlorethyl)sulfid kann im herkömmlichen Batchverfahren mit einer Ausbeute von 95 % und einer GC/MS-Reinheit von 99 % ohne Probleme und relativ rasch durchgeführt werden (Figur 4). Dabei erhält man bei einer Reaktionszeit von 1 h mit einem laborüblichen 350 ml Sulfierkolben eine Menge von rund 30 g.

Dieselbe Reaktion funktioniert mit derselben Methode ebenfalls sehr gut mit einem Mikroreaktorsystem. Dabei werden mit einer Ausbeute von 92 % und einer GC/MS-Reinheit von 97 % praktisch gleich gute Werte wie mit dem herkömmlichen Batchverfahren erzielt.

Bei der Synthese von Methylphosphonsäuredichlorid werden die zwei Estergruppen in zwei aufeinanderfolgenden Schritten, aber ohne das Zwischenprodukt zu isolieren, durch je ein Chlor substituiert (Figur 5). Der erste Schritt bietet aus Sicht der Kinetik (ca. 15 min) kein grosses Hindernis im Batchverfahren. Für den zweiten Schritt zum Endprodukt jedoch muss bereits erheblich mehr Energie aufgewendet werden. Hier werden im Batchverfahren 105 °C während 3 h benötigt. Mit dieser Methode kann eine Ausbeute von 80 % und eine ³¹P-NMR-Reinheit von 98 % erzielt werden.

Mittels Mikroreaktor wird bei einer Verweilzeit von 4 min und einer Temperatur von 100 °C die erste Stufe zu 96 % umgesetzt. Die zweite Stufe konnte aber nie vollständig umgesetzt wer-

den. Im besten Fall konnten nur 35 % Endprodukt detektiert werden.

Bis(2-chlorethyl)ethylamin kann im Batchverfahren nach 2 h mit einer Ausbeute von 87 % und einer ¹H-NMR-Reinheit von >95 % erhalten werden (Figur 6). Das Produkt liegt dabei immer als Hydrochlorid-Salz vor.

Versuche, Bis(2-chlorethyl)ethylamin nach dieser Methode mittels Mikroreaktorsystem zu synthetisieren, fielen negativ aus. Nach weniger als 20 sec. fiel das gebildete Hydrochlorid-Salz des Produktes aus, was zu einer Verstopfung im Reaktor führte. Ein sofortiger Anstieg des Druckes und die automatische Abschaltung des Gerätes waren die Folge.

Fazit

Die Mikroreaktortechnologie gilt als neue, vielversprechende Technologie mit verschiedensten Anwendungen in der organischen Chemie. Unsere Erfahrungen zeigen aber, dass diese Technologie, wie viele andere auch, nicht alle Probleme lösen kann. Sicher ist die Mikroreaktortechnologie in einigen Gebieten und Sparten der Chemie eine gute alternative oder sogar eine bessere Lösung zum Batchverfahren. In der klassischen Kampfstoffchemie jedoch kann sie keine Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Batchverfahren bringen, da viele Reaktionen einen Feststoff bilden, das Hauptausschlusskriterium in der Mikroreaktortechnologie. Weiter muss praktisch für jedes Batchverfahren, welches mittels Mikroreaktortechnologie umgesetzt werden soll, unter Aufwand von viel Energie und Zeit, ein eigenes Setup entwickelt werden. Natürlich darf nicht vergessen werden, dass neue Entwicklungen in dieser Technologie dazu führen können, dass weitere Reaktionen mittels Mikroreaktortechnologie möglich werden.

Fig. 4: Syntheschema zur Herstellung von Bis(2-chlorethyl)sulfid.



Fig. 5: Syntheschema zur Herstellung von Methylphosphonsäurechlorid.

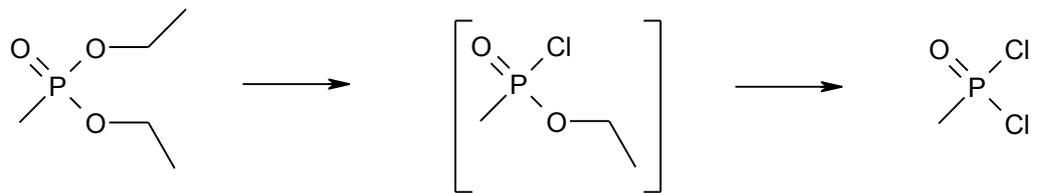


Fig. 6: Syntheschema zur Herstellung von Bis(2-chlorethyl)ethylamin.





Methodenentwicklung in der Gruppe Organische Analytik

Dr. Peter Siegenthaler

Eine der wichtigsten Herausforderungen für die Arbeit der Gruppe Organische Analytik ist die kontinuierliche Weiterentwicklung von Methoden für den zuverlässigen Nachweis von chemischen Kampfstoffen (CKS) und kampfstoff-relevanten Verbindungen in schwierigen Matrices, zum Beispiel in Dekontaminationslösungen: Aufgrund deren komplexer Zusammensetzung und aggressiven Eigenschaften sowie aufgrund der grossen Anzahl von zu erwartenden sauren, basischen und neutralen Kampfstoff-Abbauprodukten stellen diese Lösungen die Analytiker vor besondere Probleme.

Zwar lassen sich flüssige Dekontaminationsproben ohne Probenaufarbeitung direkt mittels Kernresonanz-Spektrometrie (NMR) auf die Anwesenheit von phosphorhaltigen Nervengift-Abbauprodukten analysieren (31-P-NMR). Bei nicht-phosphorhaltigen Hautgift-Abbauprodukten ist jedoch in den 1-H-NMR Spektren ein Teil der Substanzsignale durch Signale von Deko-Komponenten maskiert. Abhilfe schafft die sogenannte LC-SPE Technik, bei welcher die relevanten Verbindungen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatografie (LC, HPLC) von den störenden Matrixkomponenten getrennt,

per Festphasenextraktion (SPE) angereichert, eluiert und direkt mittels NMR oder nach Derivatisierung mittels gaschromatografischen Methoden (GC) analysiert werden. Alternativ können Proben nach Neutralisation und/oder Verdünnung direkt mittels Flüssigchromatografie-Massenspektrometrie (LC-MS) untersucht werden, wobei bei dieser Technik früh eluierende Verbindungen schwierig aufzutrennen sind und deren Substanzsignale oft durch koeluierende Matrixkomponenten unterdrückt werden. Besonders aufwändig gestaltet sich die Probenaufbereitung für die GC-Analytik; generell geht es darum, die relevanten Verbindungen spezifisch aus der Matrix zu extrahieren oder die störenden Matrix-Komponenten vor der Derivatisierung und Analyse zu entfernen und dann geeignete Derivatisierungsmethoden anzuwenden.

In Zusammenarbeit mit dem finnischen Forschungspartner VERIFIN (Finnish Institute for Verification of the Chemical Weapons Convention) wurden im 2011 verschiedene Projekte zur Aufarbeitung und Analytik von schwierigen Matrices bearbeitet und die Resultate in mehreren Berichten dokumentiert. Ferner konnte im Dezember 2011 nach zwei Jahren intensiver

Designiertes Vertrauenslabor der OPCW

Die Gruppe Organische Analytik des LABOR SPIEZ betreibt eine akkreditierte Prüfstelle zur Untersuchung von Proben auf chemische Kampfstoffe (CKS) und verwandte Verbindungen. Die Prüfstelle setzt modernste Instrumente und adäquate Methoden für die Aufarbeitung und Analytik von unterschiedlichsten Probenarten sowie Datenbanken und Referenzstandards für die Bestätigungsanalytik ein. Im Auftrag von Bund, kantonalen Behörden und internationalen Organisationen werden Verdachtsproben aus aller Welt auf die Anwesenheit von CKS und anderen toxischen Substanzen untersucht. Die Fachkompetenz der Gruppe wird im Rahmen von internationalen Ringversuchen regelmässig überprüft. So hat die Gruppe Organische Analytik im Frühjahr 2011 am 29. Proficiency Test der Organisation für das Verbot von chemischen Waffen (OPCW) mit Sitz in den Haag erneut mit dem Maximal-Rating A ab-



geschlossen und somit den Status als OPCW-Vertrauenslabor für ein weiteres Jahr sicher gestellt. Als OPCW-Vertrauenslabor untersucht das LABOR SPIEZ Verdachtsproben von Inspektionen und unterstützt die Organisation bei Proficiency Tests. Weiter leistet es Beiträge zum Weiterausbau der OPCW Central Analytical Database (OCAD). Die OCAD ist die Referenzdatenbank der Inspektoren und beinhaltet eine umfangreiche Sammlung von Massenspektren (MS), Retentionsindices (RI) sowie Infrarot- und Kernresonanz-Spektren.

Die Einreichung von analytischen Daten zum Weiterausbau der OCAD hat eine lange Tradition im LABOR SPIEZ. 2011 wurden je 170 MS und RI via Schweizer Botschaft nach Den Haag weitergeleitet und die Einreichung neuer Datensätze offeriert. Von den rund 10 000 Einzeldaten in der OCAD hat das LABOR SPIEZ bislang etwa 60 Prozent beigesteuert.

Arbeit durch VERIFIN und verschiedenster Institute aus aller Welt die neue Edition 2011 der «Recommended Operating Procedures for Analysis in the Verification of Chemical Disarmament» publiziert werden. Diese sogenannten «Blue Books» enthalten eine Sammlung von standardisierten Arbeitsanweisungen zur Prüfung von unterschiedlichsten Proben auf die Anwesenheit von chemischen Kampfstoffen und verwandten Verbindungen. Die erste Version der Blue Books erschien im Jahr 1989 und wurde letztmals im Jahr 1994 aktualisiert. Für die jüngste Ausgabe haben die Mitarbeiter der Gruppe Organische Analytik als Chapter-Coordinator, Autoren oder Reviewer Beiträge in allen Bereichen geleistet.

Ausbau Instrumentenpark und Erweiterung von Datenbanken.

2011 konnte ein maXis 4G Q-TOF LC-MS System von Bruker Daltonics beschafft werden, was der Prüfstelle neue Möglichkeiten eröffnet. Der Time-of-Flight Massenanalysator (TOF) ermöglicht durch seine hohe Auflösung (60 000) und Massengenauigkeit (< 2ppm) einerseits ein spezifisches und empfindliches Screening nach bekannten Verbindungen, andererseits wird die Identifikation von unbekanntem Verbin-

dungen durch die Voraussage der Summenformel wesentlich erleichtert oder überhaupt erst möglich gemacht.

Ferner wurde im 2011 die In-House Datenbank mit Electron Impact (EI) Massenspektren und Retentionsindices von chemischen Kampfstoffen (CKS) und anderen CKS-relevanten Verbindungen mit Daten aus eigenen Synthese- und Messkampagnen sowie Daten aus anderen Quellen erweitert. Aktuell enthält die CKS-Datenbank rund 9700 EI-Massenspektren. Basierend auf kommerziell erhältlichen Datenbanken wurde eine Screening-Datenbank mit mehr als 23 000 EI-Spektren von Drogen, Pestiziden und anderen toxischen Chemikalien aufgebaut. Daneben wird die LC-MS Datenbank mit Elektrospray Massenspektren sowie die Datenbank mit Kernresonanzspektren laufend erweitert.



Prüfung von Hochleistungs-Schwebstofffiltern

Andres Wittwer

Bei einer Freisetzung von ABC-Stoffen ist die Abscheidung von Schwebstoffen aus der Luft (Aerosol) von entscheidender Bedeutung für den Atemschutz. Aufgrund von Fortschritten in Biotechnologie und Pharmazie gewinnen Aerosole, im Vergleich zu gasförmigen Stoffen, bezüglich Gefährdungspotenzial sogar an Bedeutung. 2011 konnte das LABOR SPIEZ einen erneuerten Prüfstand in Betrieb nehmen, der die messtechnischen Forderungen der massgebenden Norm zur Klassifizierung und Prüfung von HEPA- und ULPA-Filtern, EN 1822, vollumfänglich erfüllt. Zudem wird die volle Abscheidecharakteristik bei jeder Prüfung gemessen, was deren Qualität und Aussagekraft erhöht.

Bei einer Freisetzung von chemischen, biologischen oder radiologischen Stoffen ist die Abscheidung von Schwebstoffen aus der Luft (Aerosol) von entscheidender Bedeutung für den Atemschutz.

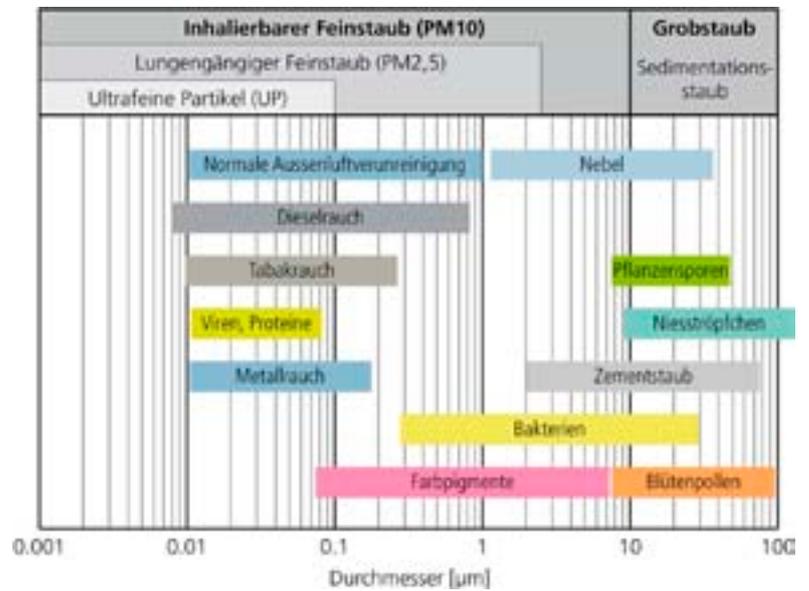
Technologische Fortschritte in Biotechnologie und Pharmazie führen zu neuen Produktionsmöglichkeiten biologischer Agenzien und immer wirksameren, spezifischer in die biologischen Prozesse eingreifenden chemischen

Stoffen. Solche Stoffe weisen eine derartige Molekülgrösse auf, dass sie, wie biologische Keime, nur in Aerosolform in der Luft verteilt werden können. Bezüglich Gefährdungspotenzial gewinnen also Aerosole, im Vergleich zu gasförmigen Stoffen, eher an Bedeutung.

Hoch- und Höchstleistungs-Partikelfilter (HEPA- und ULPA-Filter), basierend auf «Glasfaserpapieren» mit Faserdurchmessern im Mikrometerbereich, sind in der Atemschutz- und Lüftungstechnologie schon länger Stand der Technik. Neue Möglichkeiten ergeben sich mit aufkommender Nanofibertechnologie.

Aus physikalischen Gründen sind je nach Partikelgrösse verschiedene Abscheidemechanismen wirksam. Bei Schwebstofffiltern wird, im Übergangsbereich zwischen Diffusions- und Trägheitseffekt, bei einer bestimmten Partikelgrösse (most penetrating particle size, kurz MPPS) ein Abscheideminimum (bzw. Durchlässigkeitsmaximum) beobachtet. Deswegen ist für Filtermaterial und Anströmbedingungen charakteristisch und liegt meist im Bereich von 0,1 bis 0,3 Mikrometer (μm). Aufgrund ähnlicher Gesetzmässigkeiten liegt vielfach auch der Partikelgrössenverteilungs-

Übersicht über Aerosolpartikelgrößen und -herkunft. (Quelle: LABOR SPIEZ, Handbuch «Persönlicher Schutz»)



schwerpunkt von in der Atmosphäre beständigen Schadstoffaerosolen ungefähr im gleichen Grössenbereich.

Aus den oben beschriebenen Gegebenheiten stellen sich klare und harte messtechnische Anforderungen für die Charakterisierung und Prüfung solcher Filter:

- Die Prüfung muss im Bereich der MPPS erfolgen, das heisst
- Empfindlichkeit und Grössenaufösevermögen im entsprechenden Bereich,
- Generierung eines entsprechenden Prüf-aerosols.
- Einsatz von Partikelzählverfahren, um eine genügende Nachweisempfindlichkeit zu erreichen (ULPA-Filter: Abscheidegrad mindestens 99,9995 %).

Bereits Anfang der 1990er Jahre konnte das LABOR SPIEZ einen Prüfstand in Betrieb nehmen, welcher die vorgenannten Forderungen im Grundsatz* erfüllte, und damit routinemässig prüfen und entsprechende Anforderungen an ABC-Schutzfilter durchsetzen. (* Mit externem Nachweis, dass die MPPS jeweils tatsächlich im Bereich von 0,1 bis 0,3 µm liegt.)

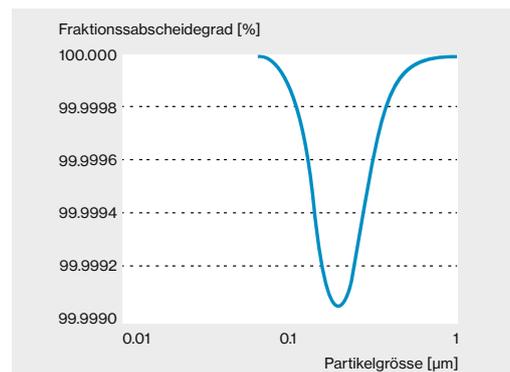
Die heute massgebende Norm zur Klassifizierung und Prüfung von HEPA- und ULPA-Filtern, EN 1822, trat, mit erheblicher fachtechnischer Unterstützung durch das LABOR SPIEZ, 1998 in Kraft.

Im vergangenen Jahr konnten wir nun den messtechnisch erneuerten und optimierten Prüfstand mit einem höchst leistungsfähigen Laser-Aerosolspektrometer, welches ursprünglich für die Atmosphärenforschung entwickelt wurde, in Betrieb nehmen.

Die messtechnischen Forderungen in der EN 1822 können nun vollumfänglich erfüllt werden. Bei jeder Prüfung wird der Abscheidegrad in Abhängigkeit der Partikelgrösse (Abscheidcharakteristik) ermittelt, und dies in kurzer Messzeit, ohne übermässige Belastung (Veränderung) des Filterprüflings mit Prüfaerosol.

Aus einer veränderten Abscheidecharakteristik gegenüber dem blossen Filtermedium kann eher auf Problemursachen (wie etwa Verletzungsstellen im Medium, ungleichmässige Anströmung, undichte Messleitung auf Reinfluftseite) geschlossen werden, als vorher allein aufgrund eines Durchschnittswerts und des Strömungswiderstandes. Und schliesslich kann aus der Kurve auch konkret die Abscheideleistung gegen ein bestimmtes Schadstoffaerosol beurteilt werden, wenn dessen Partikelgrössenverteilung bekannt ist.

Fractionsabscheidegradkurve (Abscheidegrad in Abhängigkeit der Partikelgrösse)





Verarbeitungsprüfung von Kunststoffteilen mittels Molmassenbestimmung

Thomas Friedrich

Die Prüfstelle STS 036 hat in einer Studie vier Prüfmethoden zur Bestimmung der Molmasse miteinander verglichen. Ziel war es herauszufinden, welche Methode sich für die tägliche Prüfpraxis am besten eignet, um die optimale Verarbeitungsqualität von Thermoplast-Formteilen nachzuweisen und allfällige Werkstoffschädigungen zu erkennen. Diese Verfahren beruhen u.a. auf dem Zusammenhang, dass die Viskosität von Kunststoffschmelzen und Kunststofflösungen mit abnehmender Molmasse kleiner wird.

Die thermische und mechanische Beanspruchung von thermoplastischen Kunststoffen während der Verarbeitung (Extrusion, Spritzguss etc.) kann zum Bruch von Molekülketten und damit zu einer Reduktion der mittleren Molmasse führen. Dies bewirkt eine Veränderung/Verschlechterung der Werkstoffeigenschaften, da diese massgeblich von der mittleren Molmasse abhängig sind. Als qualitätssichernde Massnahme muss daher die Verarbeitungsqualität von Kunststoffteilen überprüft werden.

Beim **Fliessprüfgerät** wird der Kunststoff in einem beheizten Zylinder aufgeschmolzen. Die Schmelze wird mittels Kolben mit einer konstanten Kraft aus einer Düse herausgepresst. Die Fliessrate der Kunststoffschmelze ist ein Mass für die Viskosität und damit indirekt auch ein Mass für die Molmasse. (Fig. 1)

Beim **Rotationsrheometer** wird der Kunststoff zwischen zwei Platten aufgeschmolzen. Durch zyklische Rotation einer der Platten in beide Drehrichtungen wird die Kunststoffschmelze einer wechselnden Scherbeanspruchung unterworfen. Aus den gemessenen Drehwinkeln und Drehmomenten sowie dem Plattenabstand wird die Viskosität und somit indirekt die Molmasse bestimmt. (Fig. 2)

Bei der **Lösungviskosimetrie** wird aus einer Kunststoffprobe mit einem geeigneten Lösungsmittel eine verdünnte Lösung hergestellt. Es werden nacheinander die Durchflusszeiten der Lösung und des reinen Lösungsmittels durch eine Glaskapillare gemessen. Daraus wird die Viskositätszahl berechnet, welche wiederum ein indirektes Mass für die Molmasse des Kunststoffs ist. (Fig. 3)

Polypropylen (PP) geschädigt (oben) und optimal (unten)



Figur 1: Fließprüfgerät



Figur 2:
Rotationsrheometer

Bei der **Gelpermeations-Chromatografie GPC** strömt die verdünnte Kunststofflösung durch eine Trennsäule mit porösem Inhalt. Die kleineren Kunststoff-Moleküle finden statistisch mehr Poren, in denen sie eine gewisse Zeit verweilen können, als die grösseren Moleküle. Am Ausfluss der Trennsäule erscheinen somit zuerst die grösseren Moleküle, gefolgt von den mittleren und den kleinen Molekülen. Durch vorgängige Kalibration mit Kunststoffen bekannter Molmasse kann die Molekulargewichtsverteilung des zu prüfenden Materials bestimmt werden. (Fig. 4)

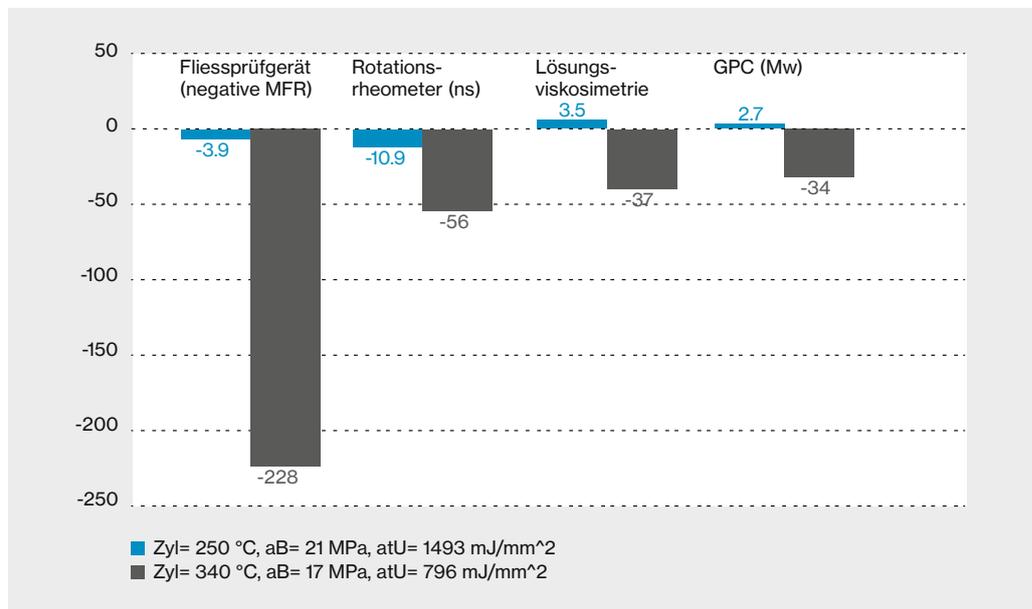


Figur 3:
Lösungviskosimetrie



Figur 4: GPC-Anlage

Figur 5: Messresultate an Polypropylen PP



Messresultate und Interpretationen

Die grundlegenden Erkenntnisse aus der Studie lassen sich anhand der Messresultate eines von sechs geprüften Werkstoffen exemplarisch erläutern. Die Balkenlänge in Figur 5 illustriert die mit jeder Prüfmethode gemessene Veränderung am Werkstoff. Ein langer Balken bedeutet also, dass die jeweilige Methode empfindlich auf Veränderungen reagiert. Ein kurzer Balken bedeutet, dass die Methode entweder eine optimale Verarbeitungsqualität bestätigt, oder dass sie wenig empfindlich ist, um auch kleine Unterschiede zu detektieren.

Beim schonend verarbeiteten Material ist mit keiner der untersuchten Prüfmethode eine wesentliche Veränderung feststellbar (blaue Balken). Damit ist nachgewiesen, dass der Werkstoff tatsächlich optimal verarbeitet wurde. Beim Material, welches absichtlich bei höherer Temperatur verarbeitet wurde, können hingegen mit allen untersuchten Methoden deutliche Veränderungen nachgewiesen werden (rote Balken). Die Werkstoffschädigung lässt sich mit dem Fließprüfgerät mit Abstand am deutlichsten nachweisen.

Dass es sich dabei tatsächlich um eine Werkstoffschädigung handelt, bestätigen die zusätzlich gemessenen mechanischen Eigenschaften. Die Bruchspannung ist um 20 % und die Schlagzugzähigkeit um 50 % gesunken. Der Werkstoff ist durch die Verarbeitung bei zu hoher Temperatur spröde geworden. Dies ist auch anhand der Bruchbilder nach dem Schlagzugversuch deutlich erkennbar. (siehe Bild auf S. 36)

Schlussfolgerung

Die **Schmelzviskosimetrie** mit dem Fließprüfgerät hat sich gegenüber drei anderen Methoden für alle untersuchten Werkstoffe als die empfindlichste und damit als die sicherste, schnellste und kostengünstigste Molmassen-Bestimmungsmethode herausgestellt. Mit dieser Methode lässt sich einerseits optimale Verarbeitungsqualität nachweisen, und andererseits können auch kleine Veränderungen der Werkstoffe infolge Verarbeitung detektiert werden.

Verarbeitungsprüfung von Kunststoffteilen für den ABC-Schutz

In technische Ausrüstungen für den ABC-Schutz werden oftmals Kunststoffe in Form von Folien, Geweben, Formteilen etc. eingesetzt. Damit sichergestellt ist, dass diese Kunststoffteile ihre Schutzfunktion im Ernstfall erfüllen, müssen u. a. deren Werkstoffeigenschaften nachgewiesen werden. Dazu betreibt die Gruppe Werkstoffprüfung des LABOR SPIEZ eine nach ISO 17025 akkreditierte Prüfstelle (STS 036), die auf die Analyse von Polymerwerkstoffen, d. h. Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, Duromere und Elastomere, ausgerichtet ist. Als Spezialgebiet werden Beständigkeitsprüfungen von Kunststoffen, Elastomeren und Textilien gegenüber chemischen Kampfstoffen angeboten.



Handbuch Persönliche ABC-Schutzausrüstung

Dr. Patrick Wick

Die Gruppe Persönlicher Schutz analysiert und prüft die Funktion von ABC-Schutzmaterialien. Das damit verbundene Wissen beruht vielfach auf komplexen physikalischen, chemischen und physiologischen Zusammenhängen, weshalb es nur einem beschränkten Kreis von Experten zugänglich ist. Demgegenüber zeigen die Erfahrungen aus der Praxis, dass speziell in Bezug auf die persönliche ABC-Schutzausrüstung, bei einem breiten Adressatenkreis ein Bedürfnis nach verständlichen und praxisnahen Informationen besteht. Da neben der Armee auch Elemente des Bevölkerungsschutzes sowie private Werkwehren über persönliches ABC-Schutzmaterial verfügen, sollen auch diese Organisationen mit dem vorliegenden Handbuch angesprochen werden.

Die Produktvielfalt von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ist sehr gross. Anforderungen an das Material, die Prüfungen und Kennzeichnung sind in Normen festgelegt. Der Bereich der persönlichen ABC-Schutzausrüstung ist nur ein Teilbereich, umfasst aber ca. 75 verschiedene Normen und eine grosse Anzahl von verschiedensten Produkten.

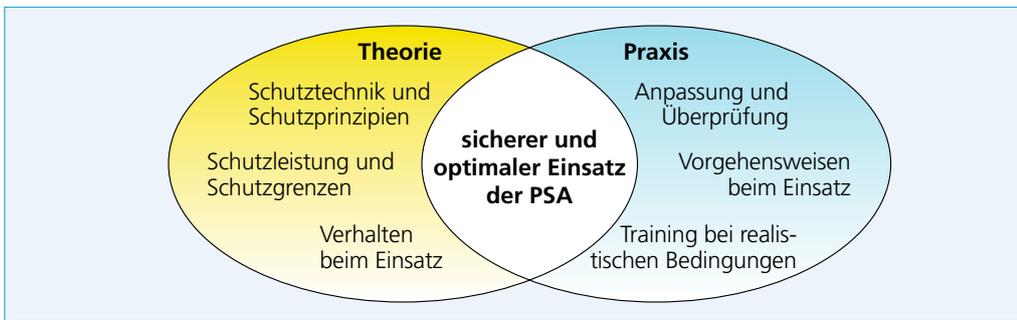
Das Handbuch soll hier eine Übersicht schaffen mit verständlichen und praxisnahen Informationen. Das LABOR SPIEZ mit dem Fachbereich ABC-Schutztechnologie verfügt über ein breites Fachwissen und möchte mit diesem Handbuch Elemente des Bevölkerungsschutzes der Schweiz sowie private Werkwehren ansprechen, die über persönliches ABC-Schutzmaterial verfügen.

Der sichere und optimale Einsatz der PSA verlangt theoretische wie praktische Kenntnisse, die bei einer gegebenen Gefährdung die richtige Wahl der PSA ermöglichen.

Das erste Kapitel gibt einen Einblick in die [Gefährdung durch ABC-Stoffe](#): In welcher Form treten sie auf, wie wirken sie auf den Menschen, welche Kennzeichnungen an Chemikalien gibt es und welche Grenzwerte kennt man.

Das zweite Kapitel beschreibt die [ABC-Schutzmaterialien](#) und ist unterteilt in den Atemschutz und den Hautschutz.

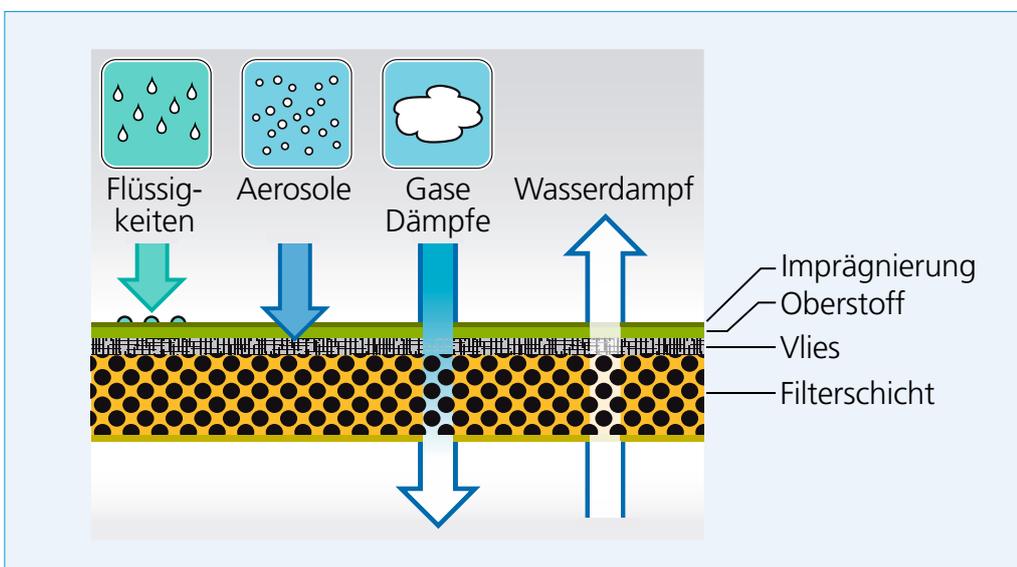
Es werden grundlegende physikalische und chemische Grundprinzipien erklärt, damit ein Verständnis der Funktionsweise erlangt wird.



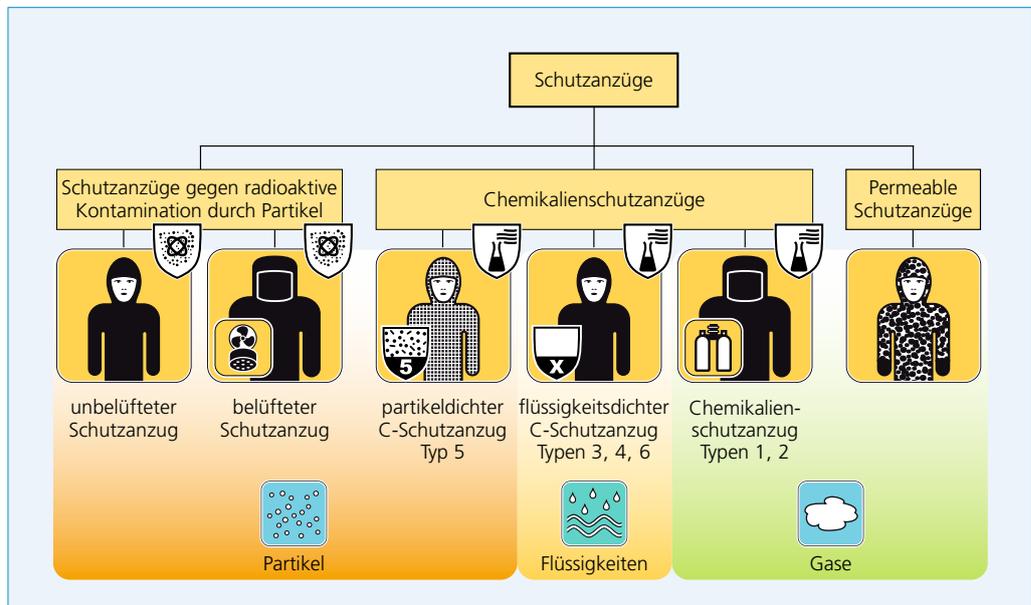
Dem sicheren und optimalen Einsatz der PSA, liegt ein theoretisches und praktisches Fachwissen zugrunde.



Gefährdung durch ABC-Stoffe erfordert einen geeigneten Atem- und Hautschutz.



Funktionsweise eines permeablen Schutzanzuges



Daraus lässt sich ableiten, bei welcher Gefährdung welche Ausrüstung notwendig ist.

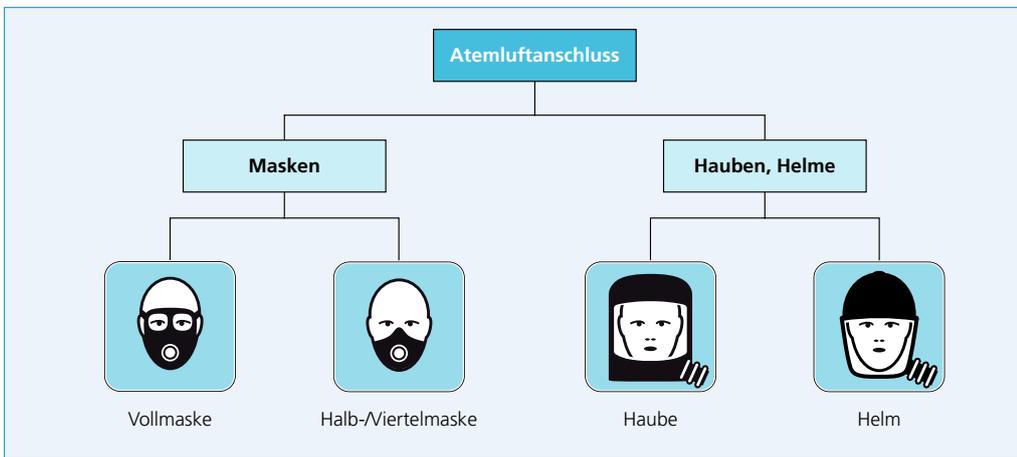
Jeder Typ von Maske, Filter oder Schutzkleidung wird kurz präsentiert, die wichtigsten Merkmale genannt und auf Stärken und Schwächen hingewiesen. Symbole erleichtern die Unterscheidung der verschiedenen Gegenstände und Übersichtsgrafiken erleichtern den Überblick.

Das abschliessende dritte Kapitel gibt [Hinweise für Evaluation, Ausbildung, Bewirtschaftung und Einsatz von persönlicher ABC-Schutzausrüstung](#). So kann eine Partnerorganisation aufgrund ihrer Einsatzkonzepte für definierte Szenarien ableiten, welche PSA die optimalste ist. Dabei befindet man sich immer im Spannungsfeld zwischen Sicherheit und Tragekomfort. Das LABOR SPIEZ stellt den Partnerorganisationen des Bevölkerungsschutzes gerne ihr Fachwissen zur Verfügung und steht beratend zur Seite.

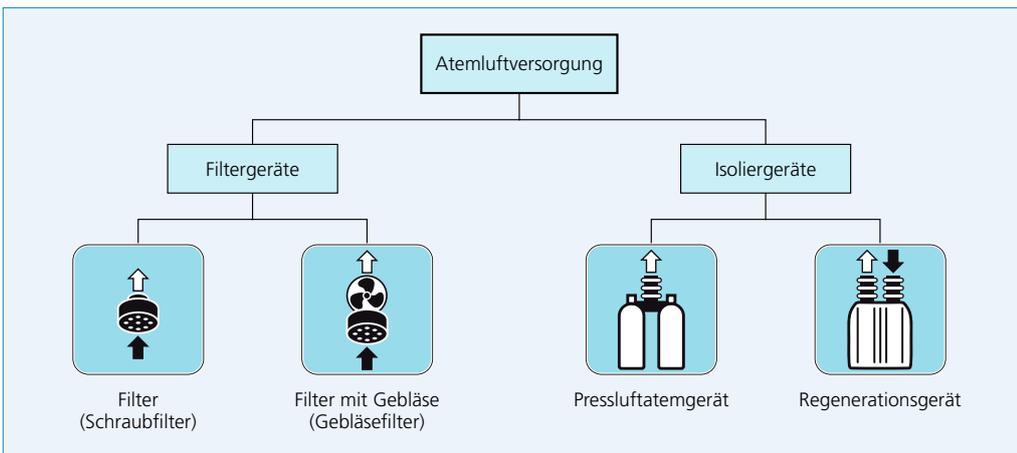
Nur technisch einwandfreies Material ist für den Einsatz geeignet. Der Lebenszyklus von der Beschaffung, Lagerung, Einsatz, Dekontamination bis zur Entsorgung muss daher voraus geplant sein.

Das Handbuch ist ab August 2012 erhältlich unter: laborspiez@babs.admin.ch

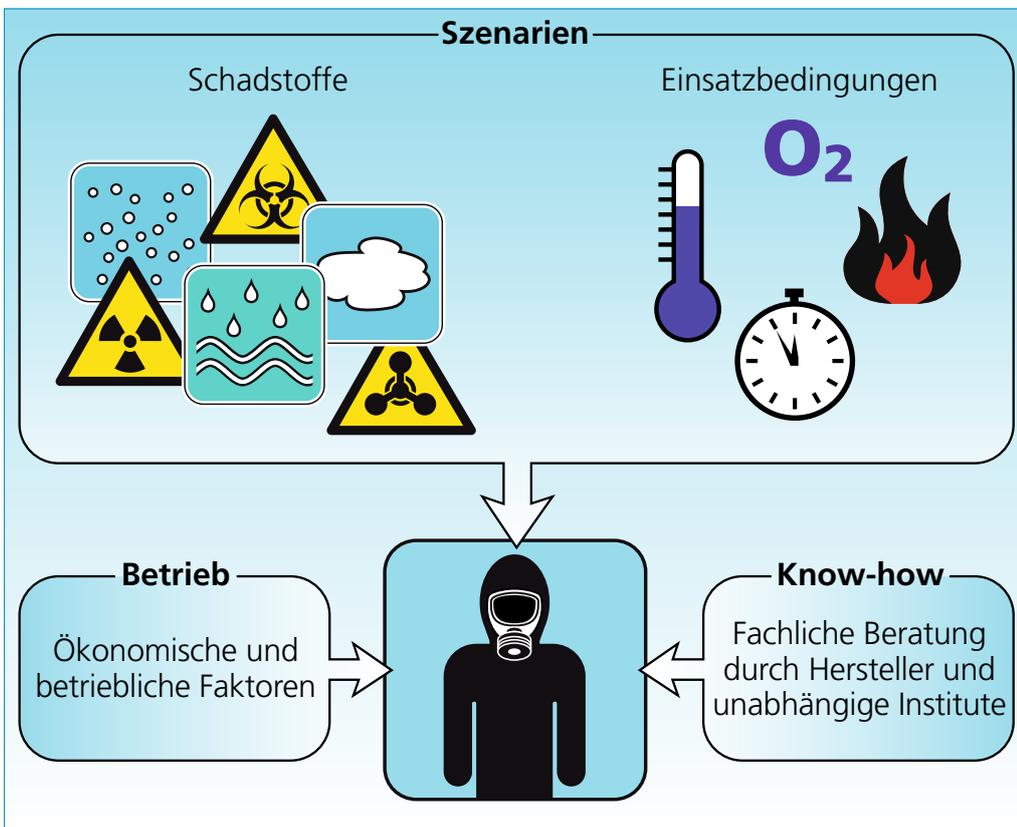
Übersicht Atemluftanschluss

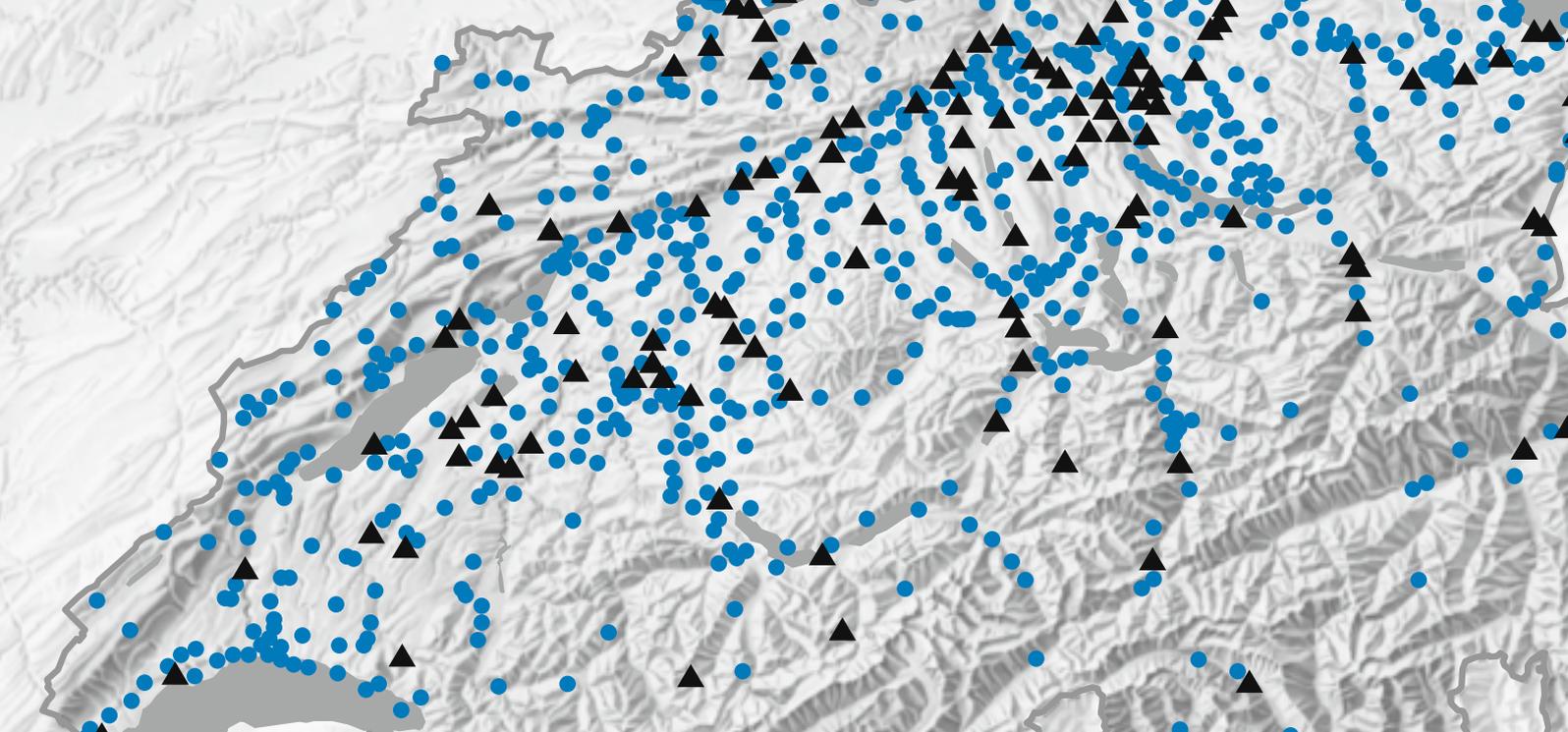


Übersicht Atemluftversorgung



Die Wahl der optimalen persönlichen Schutzausrüstung





ABC-Gefahrstoffe

Dr. Daniel Storch

Im Rahmen des Projektes «Nationaler ABC-Schutz» hat der Bundesrat 2007 der KomABC den Auftrag erteilt, die rechtlichen Grundlagen zur ABC-Sicherheit zu überprüfen. Abklärungen der Geschäftsstelle Nationaler ABC-Schutz haben ergeben, dass die Gesetze und Verordnungen in den Bereichen Strahlenschutz, Kernenergie, Störfallvorsorge und Transporte in erster Linie die Aspekte der Sicherheit (Schutz der Bevölkerung) regeln und die Problematik der Sicherung (Schutz gegen Entwendung) von ABC-Stoffen nicht überall genügend berücksichtigt wird.

Die KomABC hat 2010 den Bericht «ABC-Security» mit neun Empfehlungen verabschiedet. 2011 wurde dieser Bericht durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS in eine Ämterkonsultation geschickt und von den betroffenen Departementen resp. Bundesämtern zur Kenntnis genommen. Als gefährlich wurden Stoffmengen betrachtet, die bei missbräuchlicher Verwendung zu Auswirkungen gemäss den Referenzszenarien der Strategie ABC-Schutz Schweiz führen können und damit Bevölkerungsschutzmassnahmen erfordern könnten. Für Grossquellen, die für eine missbräuchliche Verwendung im Sinne der Referenzszenarien geeignet wären, betrachtet die KomABC die rechtlichen Vorgaben hinsichtlich der Be-

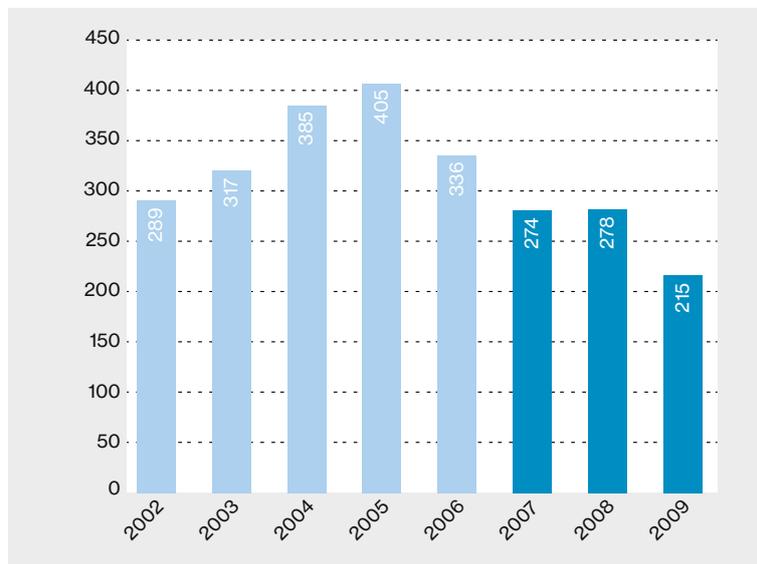
rücksichtigung von Sicherheitsaspekten (Security) zum heutigen Zeitpunkt als genügend. Zurzeit gibt es aber Internationale Bestrebungen der «NNSA's Global Threat Reduction Initiative (GTRI)», u. a. zur Sicherung von Cäsium-137 Quellen, um eine bewusst missbräuchliche Verwendung (Nuklearterrorismus) zu verhindern.

Empfehlung 1: Prüfen, ob die Vorgaben der «National Nuclear Security Administrations Global Threat Reduction Initiative (GTRI)» in der Schweiz umsetzbar sind.

Ein Defizit sieht die KomABC in der fehlenden Ausbildung der Strahlenschutzsachverständigen im Bereich der Sicherung und der Sensibilisierung in Bezug auf die missbräuchliche Verwendung von radioaktiven Quellen.

Empfehlung 2: Ergänzen der Strahlenschutzgesetzgebung, so dass bei der Ausbildung der Strahlenschutzsachverständigen dem Aspekt der Sicherung mehr Gewicht und Verbindlichkeit beigemessen wird. Weiter sollen die Strahlenschutzsachverständigen regelmässige Weiterbildungen und Wiederholungskurse besuchen.

Die Empfehlungen 1 und 2 sind im Rahmen der Revision der Strahlenschutzgesetzgebung und



Anzahl radiologischer Zwischenfälle, die pro Jahr in der Geiger-Datenbank von Interpol registriert wurden (2002–2006), inklusive Daten des Project Rutherford (2007–2009)

im Zusammenhang mit der Frage der Gefährdung durch Strahlung und den Anforderungen an die Ausbildung aufgenommen und behandelt worden. Dabei werden auch die Vorgaben der ICRP 103' und der Europäischen Union (EU) in Bezug auf die Sicherung von Strahlenquellen berücksichtigt.

Biologische Gefahrstoffe

Zurzeit gibt es keine offizielle Regelung für den Import von humanpathogenen Erregern analog dem Güterkontrollgesetz, welches den Export regelt. Die Güterkontrollverordnung bestimmt lediglich, dass humanpathogene Erreger, welche unter den Status «Dual use Güter» fallen, vom Staatssekretariat für Wirtschaft SECO ein Einfuhrzertifikat benötigen. Im revidierten Epidemiengesetz soll diese Lücke voraussichtlich geschlossen und eine Bewilligungspflicht für den Import bestimmter Erreger eingeführt werden.

Empfehlung 5: Einführung einer Bewilligungspflicht beim Import von Gruppe 3- und 4- Organismen.

Im Rahmen der laufenden Epidemiengesetzrevision (voraussichtliche Inkraftsetzung 2014) ist vorgesehen, die Einschliessungsverordnung dahingehend zu ergänzen, dass eine Bewilligung des BAG benötigt, wer Organismen importieren will, die gemäss Kategorie A des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR, SR 0.741.621) als ansteckungsgefährliche Stoffe gelten.

Die folgenden Empfehlungen wurden bisher noch nicht angegangen; es liegt im Ermessen

der jeweiligen Departemente diese entsprechend umzusetzen:

In gewissen Biosicherheitslaboratorien der Sicherheitsstufe 3 (BSL3) und 4 (BSL4) werden B-Stoffe resp. Erreger gehandhabt, welche für eine missbräuchliche Verwendung im Sinne der Referenzszenarien geeignet wären. Da schon geringe Keimmengen (oder Erregermengen) eine potentielle Gefährdung darstellen, sind auch weitere Laboratorien – namentlich an den Hochschulen – befähigt, B-Stoffe herzustellen, welche für eine missbräuchliche Verwendung geeignet wären. Aus Sicht der KomABC wird insbesondere dem Aspekt der Sicherung (Security) in der Einschliessungsverordnung zu wenig Bedeutung beigemessen.

Empfehlung 3: Prüfen des Gesetzesrechts, namentlich des Umweltschutz- (USG) und des Gentechnikgesetzes (GTG), auf eine Anpassung hinsichtlich Aspekten der biologischen Sicherung («biosecurity»);

Ein Defizit sieht die KomABC ebenfalls in der Ausbildung der Biosicherheitsbeauftragten (BSO) im Bereich der Sicherung.

Empfehlung 4: Prüfen des Gesetzesrechts, namentlich des USG und des GTG, auf eine Anpassung hinsichtlich der Schulung (Ausbildung und regelmässiges Trainings- respektive Wiederholungskurse) der bei Tätigkeiten in geschlossenen Systemen für die Biosicherheit und die Biosicherung verantwortlichen Personen und insbesondere hinsichtlich eines Schulungsobligatoriums.

Chemische Gefahrstoffe

Der Umgang mit chemischen Gefahrstoffen und die Sicherung in den Betrieben und Universitäten (z. B. Chemische und Pharmazeutische Industrie, LABOR SPIEZ u. a.) ist aus Sicht der KomABC genügend geregelt. Das BAG sieht keine wesentliche Verschlechterung der Situation des freien Handels mit gefährlichen Chemikalien und keinen Anstieg der Missbrauchsfälle seit Einführung des neuen Chemikaliengesetzes. Allerdings wäre es aus Sicht der KomABC sinnvoll, wenn die Abgabe von Chemikalien, die in der Chemikalienkontrollverordnung aufgelistet sind, einer zentralen Stelle gemeldet würden.

Empfehlung 6: Prüfen, ob die Abgabe von Chemikalien, die in der Chemikalienkontrollverordnung aufgelistet sind, und ob Betriebe, welche mit solchen Stoffen umgehen, einer zentralen Stelle des Bundes oder der Kantone zu melden sind, ob diese Meldepflicht auch auf weitere für Terrorzwecke in Frage kommende Chemikalien ausgeweitet werden kann und ob das Mehr an Sicherheit den zusätzlichen administrativen Aufwand rechtfertigt;

Ein Defizit sieht die KomABC in der ungleichen Behandlung der Sachverständigen in den Bereichen A, B und C. Alle Betriebe, die mit gefährlichen Chemikalien umgehen (Störfallbetriebe und Betriebe, die nicht der StFV unterliegen), sollen nicht nur eine Chemikalien-Ansprechperson bezeichnen, sondern einen entsprechend geschulten Chemikalien-Sachverständigen.

Empfehlung 7: Anpassen des Chemikaliengesetzes und der Verordnung des EDI vom 28. Juni 2005 über die Chemikalien-Ansprechperson (SR 813.1 13.1 I), so dass jeder Störfallbetrieb im Umgang mit gefährlichen Chemikalien einen entsprechend geschulten Chemikalien-Sachverständigen zu beschäftigen hat. Zudem ist der Aspekt der Sicherung umfassender und verbindlicher zu regeln. Weiter ist zu prüfen, ob alle Betriebe, welche mit gefährlichen Chemikalien umgehen, einen entsprechend geschulten Chemikalien-Sachverständigen zu beschäftigen haben.

Gefahrguttransporte

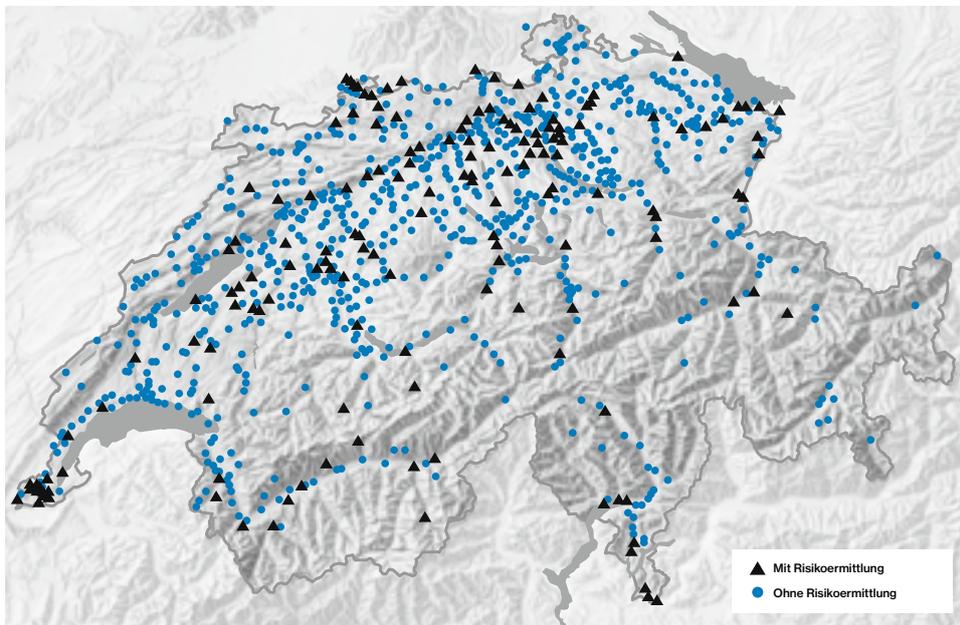
Die Sicherungsmassnahmen bei Gefahrguttransporten sind in verschiedenen Verordnungen, bzw. in den darin verwiesenen internationalen Regelwerken (ADR / RID / ADN), aus Sicht der KomABC, genügend geregelt. Fahrzeuge und Wagen müssen gegen Diebstahl bzw. gegen den Diebstahl der Ladung geschützt sein. Bei Transporten von Gefahrgut mit hohem Gefährdungspotential ist ein Sicherungsplan zu erstellen, dieser muss entspre-

chend den rechtlichen Vorgaben alle wesentlichen Sicherheitsaspekte beinhalten. Allerdings sind geeignete Umsetzungshilfen nicht vorhanden oder nur sehr allgemein gehalten.

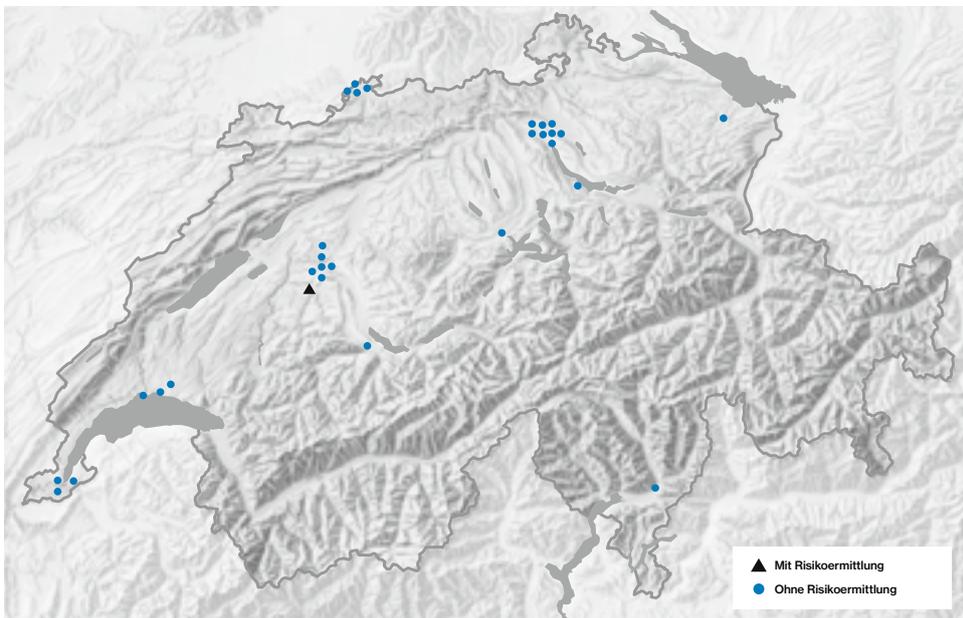
Empfehlung 8: Prüfen, ob die Erstellung von Vollzugs- respektive Umsetzungshilfen für die internationalen Regelwerke ADR, RID, ADN betreffend Erstellung von Sicherungsplänen bei Gefahrguttransporten, welche andere als biologische Gefahrgüter enthalten, notwendig ist; Das BAV ist Aufsichtsbehörde für den Schienenverkehr und kontrolliert im Rahmen von Sicherheitsaudits stichprobenartig die Sicherungspläne für die Gefahrguttransporte. Beim Strassenverkehr gibt es keine Meldepflicht und keine zentrale Stelle bezüglich Auswertung von Sicherheitsberichten und allfälliger Gefährdungsanalysen.

Empfehlung 9: Prüfen, ob die Begutachtung von Sicherungsplänen von Gefahrguttransporten auf der Strasse durch eine zentrale Stelle sinnvoll ist und ob hierfür eine Stelle des Bundes oder der Kantone zuständig sein soll.

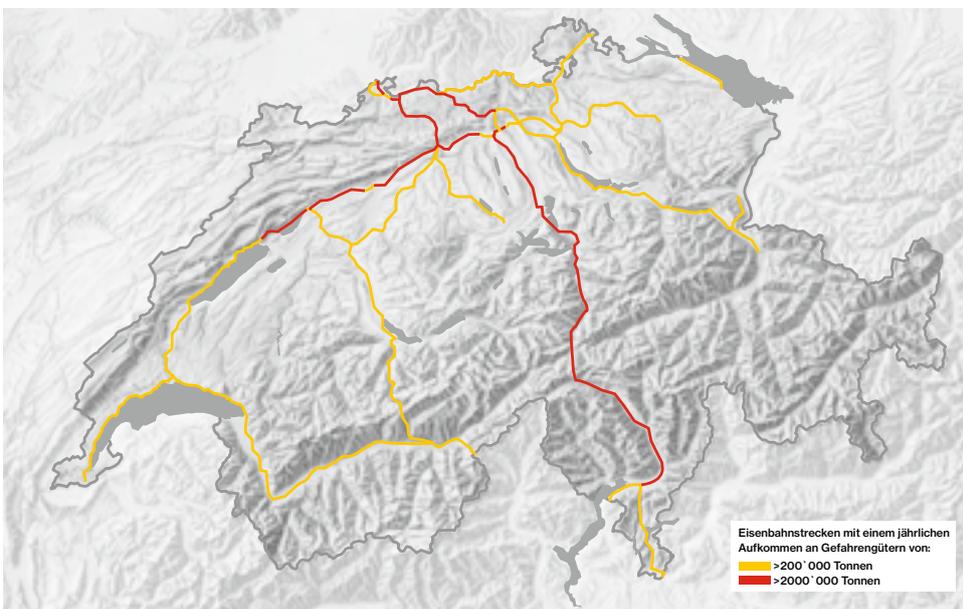
Die KomABC wird sich periodisch über den Stand der Umsetzungen der Empfehlungen informieren lassen. Mit den Anpassungen der Rechtsgrundlagen sollte das Risiko für einen möglichen Missbrauch gefährlicher ABC-Stoffe verhindern resp. zumindest reduziert werden.



Betriebe mit chemischen Gefahrenpotenzialen, die der Störfallverordnung unterstehen (Stand 2005)



Betriebe mit biologischen Gefahrenpotenzialen, die der Störfallverordnung unterstehen (Stand 2005)



Gefahrguttransporte (Schiene) im Jahr 2005



Neue Energieversorgung in Spiez

Mauro Zanni

Das ABC-Zentrum Spiez bezieht heute einen Grossteil seines Wärmeenergiebedarfs vom neuen Biomassezentrum Schluckhals Spiez, welches Altholz und Restholz sowie in einer Vergärungsanlage Grünabfälle zu Strom, Dampf, Wärme und Kompost umwandelt. Dank dieses Wiederverwertungssystems kann das ABC-Zentrum Spiez hunderttausende Liter Heizöl sparen. Die Anlage wurde 2011 mit dem «Watt d'Or» ausgezeichnet.

Das aus einer Vergärungsanlage, einem Kompostierwerk sowie einer Alt- und Restholzheizung (Bild) bestehende Biomassezentrum in Spiez wurde von der Oberland Energie AG zusammen mit der Dr. Eicher+Pauli AG entwickelt und für 30 Millionen Franken realisiert. Die Anlagen liefern Strom, Wärme und Dampf aus biogenen Abfällen für das ABC-Zentrum Spiez, die Nitrochemie Wimmis AG und weitere Abnehmer.

Die Vergärungsanlage produziert jährlich über 1,5 Millionen Kubikmeter Gas, mit denen zwei Blockheizkraftwerke betrieben werden. Diese erzeugen pro Jahr über 3500 Megawattstunden Fernwärme und über 3000 Megawattstunden Strom. Das ABC-Zentrum Spiez nutzt

einen Teil der Fernwärme und substituiert damit jährlich rund 400 000 Liter Heizöl.

Bei traditionellen Kompostieranlagen entweicht ein Grossteil der im Material vorhandenen Energie ungenutzt als Wärme und setzt klimaschädliches Methan frei. Zudem werden die durch Globalisierung und Klimaerwärmung in unsere Breitengrade eingeschleppten Pflanzen bzw. Teile davon nicht abgetötet, was eine weitere Verbreitung via Kompost zur Folge hat. Auch die Ausweitung der separat gesammelten biogenen Abfälle und die damit verbundene Zunahme von Störstoffen (Plastik, Metall, Papier usw.) führt zu erhöhten Anforderungen an die Kompostierung. Die Biogasanlage in Spiez vermeidet diese problematischen Aspekte der Kompostierung, denn die Biomasse wird – anders als früher – nicht nur stofflich, sondern auch energetisch verwertet. Dabei werden die biogenen Materialien im Verarbeitungsprozess über einen Zeitraum von über 30 Tagen bei mehr als 55 Grad Celsius hygienisiert. Die Vergärungsanlage arbeitet mit 6 boxenförmigen Fermentern: Biogene Materialien werden in den Fermenter gepumpt und dem Gärprozess zugeführt. Es erfolgt der anaerobe mikrobielle Abbau der gut abbaubaren Biomasse. Jeder



Die Anlage im Überblick

Fermenter ist autonom steuerbar, was je nach Material optimale Verhältnisse für den Gärprozess ermöglicht. Die kompakte Bauweise der Gärbehälter gewährleistet zudem einen minimalen Eigenwärmeverbrauch der Anlage.

Unter kontrollierten Bedingungen entsteht somit aus organischen Abfallstoffen das Biogas. Dieses besteht zu ca. 50 bis 70 Prozent aus Methan, entsprechend 30 bis 50 Prozent Kohlendioxid und geringen Mengen an Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Das Gas wird zur Gewinnung von elektrischem Strom über Leitungen in zwei Blockheizkraftwerke gebracht, die Überschusswärme wird in einen lokalen Fernwärmeverbund eingespiesen.

Die Alt- und Restholzheizung verbrennt neben Holz von Wurzelstöcken und Baumstämmen auch unbehandeltes Altholz. Die Dampfproduktion erfolgt in zwei Kesseln (6+6 to Dampf/h) mit zwei Linien zur Rauchgasreinigung. Zur Nitrochemie Wimmis AG wird Prozessdampf geliefert, während mit einer separaten Leitung zum ABC-Zentrum Spiez die jahreszeitlichen Schwankungen der Fernwärmeleitungen seitens der Biogasanlage ausgeglichen werden können. Die 28 000 Megawattstunden Dampf decken bei der Nitrochemie einen Bedarf von etwa 2,8 Millionen Liter Heizöl ab, was rund 140 Tankfahrzeugen entspricht.

Die aus den Prozessen der Vergärung und der Holzaufbereitung anfallenden und gereinigten Stoffe werden zu Komposten und Substraten verarbeitet. Die Auszeichnung mit der Hilfstoff-Knospe von Bio Suisse bescheinigt die hohe Qualität des Kompostes.

Die Anlage wurde 2011 mit dem «Watt d'Or» ausgezeichnet. Dieser Preis wird jährlich vom Bundesamt für Energie BFE verliehen. Mit dem Watt d'Or zeichnet das BFE Personen und Organisationen aus, die mit ihren Projekten und Initiativen den Weg in eine nachhaltige Energiezukunft aufzeigen.

Alt- und Restholzheizung



Organisation und Mitarbeitende

LABOR SPIEZ

Leitung: Dr. Marc Cadisch²⁾

Sekretariat: Irma Lehnherr
Personen: 2 / Stellen: 2

FACHBEREICH PHYSIK

Personen: 14 / Stellen: 13.8

Leitung: Dr. Mario Burger²⁾

Markus Astner
Dr. Béatrice Balsiger
François Byrde
Dr. Emmanuel Egger
Ruth Holzer
Alfred Jakob
André Pignolet
Dr. Stefan Röllin
Hans Sahl
Thomas Sarbach
Marc Stauffer
Dr. Christoph Wirz
Dieter Zehr

FACHBEREICH BIOLOGIE

Personen: 16 / Stellen: 15.1

Leitung: Dr. Marc Strasser a.i.²⁾

Werner Arnold
Marc-André Avondet
Cindy Ayer
Dr. Christian Beuret
Dr. Olivier Engler
Marcelle Holzer
Dr. Cédric Invernizzi
Dr. Daniel Kümin
Nathalie Ligeti
Jasmine Portmann
Sandra Paniga Rudolf
Dr. Nadia Schürch
Johanna Signer
Dr. Matthias Wittwer
Fritz Wüthrich

FACHBEREICH CHEMIE

Personen: 15 / Stellen: 14.8

Leitung: Stefan Mogl²⁾

Dr. Beat Aebi
Dr. Walter Aue
Thomas Clare
Dr. Christophe Curty
Dr. Jean-Claude Dutoit
Nicolas Fragnière
Fausto Guidetti
Roland Kurzo
Dr. Urs Meier
Benjamin Menzi
Dr. Martin Schär
Dr. Beat Schmidt
Dr. Peter Siegenthaler
Andreas Zaugg

FACHBEREICH ABC-SCHUTZTECHNOLOGIE

Personen: 11 / Stellen: 11

Leitung: Peter Hunziker^{1) 2)}

Kurt Bachmann
Thomas Friedrich
Markus Gurtner
Lukas Gyseler
Marco Hofer
Christian Krebs
Roland Liebi
Dr. Patrick Wick

Andres Wittwer

André Zahnd

FACHBEREICH LOGISTIK, QUALITÄT UND SICHERHEIT

Personen: 30 / Stellen: 25.2

Leitung: Mauro Zanni²⁾

Aly Beer
Werner Berger
Remo Bigler
Stefan Breitenbaumer
Lisa Brüggemann
Werner Bühlmann
Martin Eschler
Pia Feuz
Barbara Fischer
Béatrice Gurtner Kolly
Daniel Gurtner
Katharina Imobersteg
Felicitas Jegher
Hans-Ulrich Kaderli
Therese Knutti
Nelly Kupferschmid
Beat Lörtscher
Stefan Marti
Miranda Müller
Klaus-Nestor Perrollaz
Eveline Rogenmoser-Nguthu
Nicole Rothenbühler
René Scherz
Hans Schmid
Isabelle Strasser
Marianne Tadmoute
Roger Tschirky
Alexander Werlen²⁾
Marianne Wittwer

STRATEGIE UND KOMMUNIKATION

Personen: 1 / Stellen: 1

Dr. Andreas Bucher²⁾

KOMPETENZZENTRUM STRAHLENSCHUTZ VBS

Personen: 1 / Stellen: 1

Markus Zürcher

GESCHÄFTSSTELLE NATIONALER ABC-SCHUTZ

Personen: 2 / Stellen: 2

Dr. Marc Kenzelmann²⁾

Dr. Daniel Storch

LERNENDE

Personen: 6 / Stellen: 6

Fabian Hauenstein
Joel Trummer
Simon Burn
Yannick von Känel
Miriam Champion
Roger Noti

ERLÄUTERUNGEN

Personen: Anzahl Mitarbeiter insgesamt

Stellen: Anzahl besoldeter Vollzeitstellen (FTE)

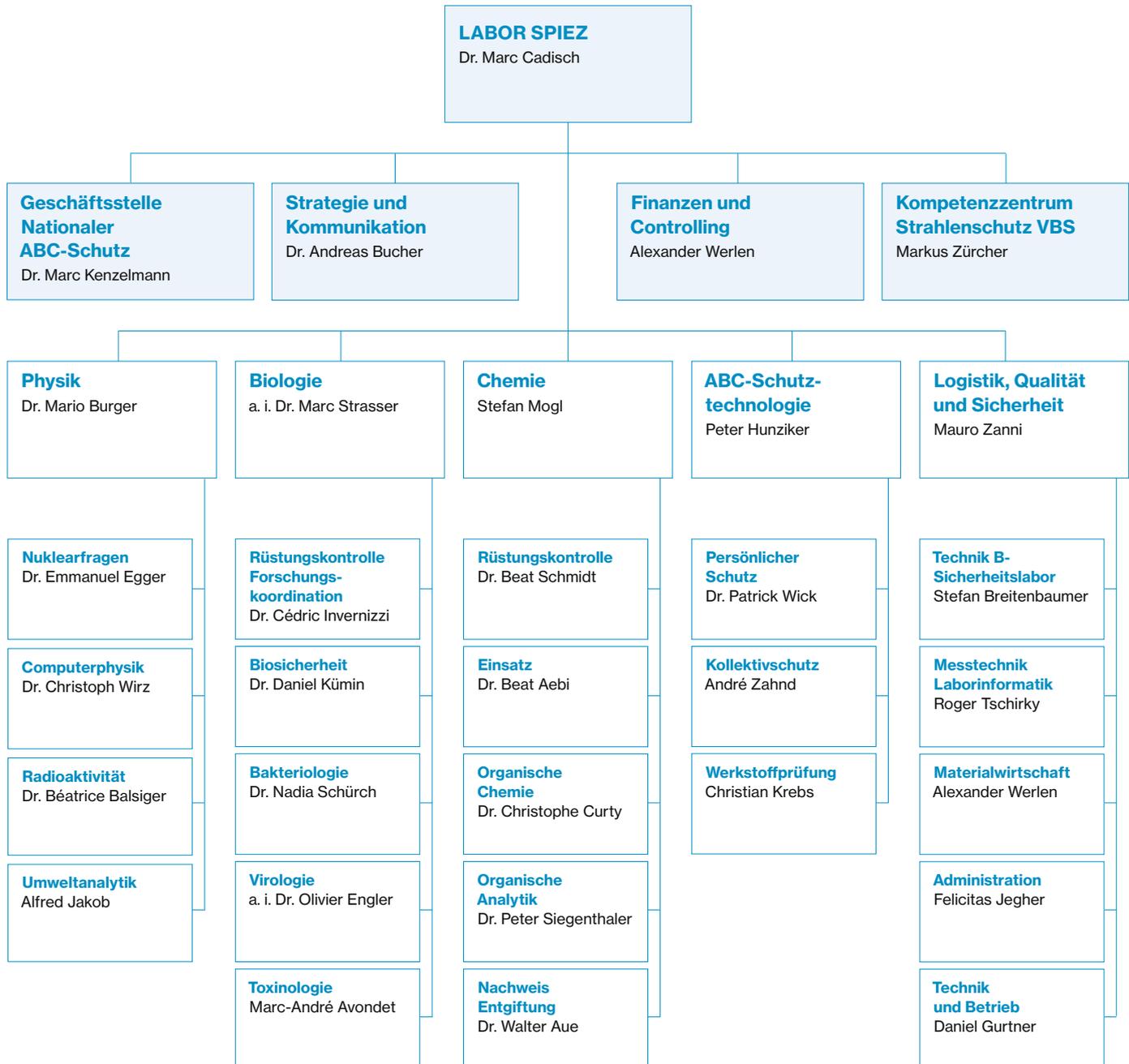
Legende

¹⁾ Stv. Leiter LABOR SPIEZ

²⁾ Mitglied der Geschäftsleitung LABOR SPIEZ

Stand 01.01.2012

Organigramm



Akkreditierte Bereiche

Prüfstellen akkreditiert nach ISO/IEC 17025		Anzahl Berichte 2011
STS 019	Prüfstelle Chemische Analytik zur Verifikation der C-Abrüstung	1
STS 022	Prüfstelle für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter	37
STS 028	Prüfstelle für die Bestimmung der Konzentration von Radionukliden	18
STS 036	Prüfstelle für Kunststoffe und Gummi	196
STS 054	Prüfstelle Nachweis biologischer Agenzien	244
STS 055	Prüfstelle für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen für Schutzbauten	66
STS 101	Prüfstelle für die Bestimmung von Haupt- und Spurenelementen sowie ausgewählten Luftschadstoffen	47
Total Berichte		609

Besuche

Neben Vertretern schweizerischer Partnerinstitutionen waren auch Experten aus dem Ausland in Spiez zu Gast. Die nachfolgende Besucherliste ist nicht abschliessend.

Datum	
28.11.2011	Konferenz Regierungsstatthalter
28.11.2011	Korea Gas Safety Corp.
25.11.2011	Schweizer Jungchemiker Forum
25.11.2011	Offiziersgesellschaft Burgdorf
23.11.2011	SBB Immobilien, Safety & Security
18.11.2011	Polizeischule 64/65 Kantonspolizei Bern
16.11.2011	C FST A, Divisionär Jean Marc Halter
14.11.2011	Wehrwissenschaftliches Institut Munster D
31.10.2011	Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS
28.10.2011	Oel- und ABC-Abwehr Thun
26.10.2011	GCSP Middle East Course
25.10.2011	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
14.10.2011	Div Fritz Lier, Stv Kdt Heer
29.09.2011	BAP fedpol, Kommissariat Polizeiattachés
28.09.2011	Aussen- und Sicherheitspolitischer Arbeitskreis CSU Freising D
28.09.2011	Major General Bert Mizusawa, Dep. Dir. for Strat. Initiatives J-5, Joint Chiefs of Staff, USA
22.09.2011	asa Vereinigung der Strassenverkehrsämter
01.09.2011	ETH Zürich, Life Sciences
29.08.2011	Représentants de la médecine légale de la Romandie
26.08.2011	RUAG Network Enabled Operations
25.08.2011	GINT Gesellschaft der Ingenieure und Naturwissenschaftler Thun
08.07.2011	Oberauditorat VBS
30.06.2011	LBA Armeelogistikcenter Thun
28.06.2011	FST A, Operationen
17.06.2011	Delegation Umwelt- und Aussenministerium Volksrepublik China
17.06.2011	STA Schweizerische Gesellschaft Technik und Armee
15.06.2011	Eidgenössische Zollverwaltung
10.06.2011	Green Cross International, Genf
07.06.2011	Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt der Armee
26.05.2011	ABC- und Selbstschutzschule Sonthofen D
23.05.2011	Delegierte der 14. Chemical Weapons Demilitarisation Conference
12.05.2011	Branchenkonferenz Chemie/Pharma
15.04.2011	The National Academies Washington DC
09.03.2011	RLS Rheinmetall Deutschland
07.02.2011	General Gérard Nédellec, Directeur du service de santé des armées (F)
04.02.2011	Bundeskriminalamt D
01.02.2011	HE Ms. Sarah Gillett, HM Ambassador to Switzerland and Liechtenstein GB
20.01.2011	Oeschger-Zentrum für Klimaforschung Uni Bern
20.01.2011	Schweizerisches Tropeninstitut
11.01.2011	IKRK Genf

Referate

Ausgewählte Referate aus dem Geschäftsjahr 2011. Die Liste ist nicht abschliessend.

Datum	Thema
19.12.2011	Dr. Marc Kenzelman: LABOR SPIEZ und nationaler ABC-Schutz, Jahresrapport des Kriminaltechnischen Dienstes der Kripo Bern, Bern
28.11.2011	Markus Zürcher: Radioaktivität in historischem Armeematerial, Informationstag Historisches Armeematerial für Museen und Sammler, Bern
18.11.2011	Dr. Cédric Invernizzi: Awareness-Raising and Education – Report from Switzerland, Biosecurity Workshop, Landau Network CV, Como
13.11.2011	Dr. Marc Cadisch: Die ABCN Einsatzverordnung, Symposium 2011 der ABC Suisse, Spiez
03.11.2011	Dr. Nadia Schürch: Biologische Bedrohungen, Blockkurs Katastrophenmedizin, Zürich
27.10.2011	Dr. Matthias Wittwer: MALDI-TOF, Medical Biodefence Conference, München
19.10.2011	Dr. Marc Kenzelmann: Die EEVBS, FEUKOS Kurs Führung Grossereignis, Sursee
17.10.2011	Dr. Marc Cadisch: Switzerland's CBRN Protection System and its Response to CBRN Threat Samples, Academy of Military Medical Sciences, Peking
27.09.2011	Dr. Daniel Kümin: How to Facilitate the URS Process – Lessons Learned at SPIEZ LABORATORY, ERINHA-Workshop, Lyon
06.09.2011	Dr. Christophe Curty: Mess-, Probenahme-, Analysekapazität C, Nationale ABC-Schutz Konferenz, Bern
02.09.2011	Dr. Daniel Kümin: Best Practices in Training – Smoke Generators, SB-Net Meeting, Neuenburg
09.06.2011	Dr. Olivier Engler: Hanta-Viren in der Schweiz, Olten
13.04.2011	Peter Hunziker: Testing the Resistance of Polymer Materials and Textiles against Warfare Agents, CBMTS-Industry VII, Cavtat
11.04.2011	Stefan Mogl: OPCW WS Security and Non-Proliferation, S+A in Industry, OPCW, Den Haag
18.03.2011	Dr. Marc Cadisch: Das LABOR SPIEZ im internationalen Umfeld, Jahresrapport für Teilzeitverifikatoren IB V, Bern
02.02.2011	Dr. Marc Cadisch: Responses to Chemical Attacks or Incidents, NATO WMD Forensics Conference, Prag

Publikationen

Nach Fachbereichen geordnet; die Liste ist nicht abschliessend, u.a. weil einige Arbeiten unter die Informationsschutzverordnung des Bundes fallen.



Fachbereich Physik

Labornotiz LN-2011-01

Validierung der Methode zur Bestimmung von Uran, Thorium und deren Töchter mittels ICP-MS

Dr. Stefan Röllin

Die Vorschrift L 028 075 beschreibt die Messung von Uran, Thorium und deren Töchter mittels externer Einpunktkalibration. In der Labornotiz wird die Methode zur Messung von Radium-226 in Wasserproben überprüft. Da die Ra-226 Konzentrationen in Wasserproben sehr niedrig sind können die Proben nicht so stark verdünnt werden damit die Matrixunterdrückung vernachlässigbar wird. Es wurde gezeigt dass aufgrund unterschiedlicher Matrixunterdrückung von Analyt und internem Standard die Ra-226 Konzentration bis zu 20% überkorrigiert wird. Es wurde darum der Ra-226 Gehalt in Wasserproben aus einem IAEA-Ringversuch zusätzlich mittels Standardaddition bestimmt. Die Resultate waren tendenziell immer noch zu hoch, stimmen aber innerhalb der Unsicherheiten mit den Referenzwerten überein.

Labornotiz JK 2011-01

Analytik von Boden-, Wasser- und Pflanzenproben in der Prüfstelle STS 101 – Methodenübersicht

Alfred Jakob

Der Bericht beschreibt die Analysenverfahren zur Bestimmung von umweltgefährdenden Elementen und Spezies, insbesondere von munitionsspezifischen Schwermetallen. Für jede Matrices werden die Probenvorbereitungs- Aufschluss- und Messtechniken, sowie die Bestimmungsgrenzen und die zu erwartenden Ergebnisunsicherheiten übersichtlich dargestellt. Der Bericht kann als Dienstleistungskatalog der Prüfstelle STS 101 der Gruppe Umweltanalytik benutzt werden. Er kann auch als Basisdokument zur raschen Beurteilung von Kundenanfragen und bei der Planung von Untersuchungen eingesetzt werden.

Labornotiz 2011-02

Empfehlungen zum Einsatz der tragbaren Röntgenfluoreszenzspektrometrie (FP-XRF) im Rahmen von Schiessplatzuntersuchungen

Alfred Jakob, Thomas Sarbach, Marc Stauffer

Im Rahmen der Armeentwicklung werden viele Schiessanlagen stillgelegt. Das Vorgehen zur Untersuchung und Sanierung von belasteten Standorten ist gesetzlich geregelt. Die Untersuchung von Schiessplätzen ist kostenintensiv (Laboranalytik). Es wird angestrebt, die Untersuchungen mit schnelleren und damit kostengünstigeren Methoden zu unterstützen. In diesem Zusammenhang wurde aufgrund von Normen, Empfehlungen und Erfahrungen des LS das FP-XRF Messverfahren anhand dem Schiessplatz Bodenänzi / LU im Auftrag der armasuisse – Immobilien, Umweltmanagement, Normen & Standards - überprüft. Es wurde festgestellt, dass der Einsatz des FP-XRF sehr gute Dienste leistet. Der grösste Anteil der Messunsicherheit der Feldmessungen macht die Probenbeschaffenheit aus. Eine minimale Probenvorbereitung ist infolge der Inhomogenität von Schiessplatz-Bodenproben unumgänglich. Der Probenerhebung sowie der Homogenisierung der erhobenen Proben muss daher besondere Beachtung geschenkt werden. Einfach umsetzbare, qualitätssichernde Massnahmen für die FP-XRF-Messungen wurden ausgetestet. Die Analyse mittels FP-XRF kann die chemischen Referenzverfahren nicht ersetzen. Zur Umrechnung der FP-XRF Feldmessungen auf die chemischen Normmethoden müssen aber nur noch 6-10 Bodenproben chemisch analysiert werden. Dieses Vorgehen reduziert die Analysenkosten deutlich. Aufgrund der Ein-

fachheit, Robustheit und wirtschaftlichen Überlegungen sowie unseren Empfehlungen erachten das LS den Einsatz der FP-XRF zur Untersuchung von Schiessplatz-Proben als sehr nützlich.

Labornotiz SAR 2011-02

Einfluss des Chlorgehaltes bei der Silbermessung von imprägnierter Aktivkohle mittels ED-XRF (L 101 114)

Thomas Sarbach

Bei der Messung einer Zink haltigen Aktivkohleprobe mittels ED-XRF (energiedispersive Röntgenfluoreszenz), wurde erkannt dass ein hoher Chlorgehalt mögliche Effekte auf die Berechnung des Silbers zeigten, was zu einem deutlich zu geringen berechneten Silbergehalt führte. Aufgrund der Massenbilanz des Kohleherstellers sollte deutlich mehr Silber vorhanden sein.

Labornotiz EGM 2011-02

Kommentar zu Nuclear Famine Study

Dr. Emmanuel Egger

Robock und Mitarbeiter publizierten 2010 eine Studie über die Auswirkungen eines Nuklearkrieges zwischen Indien und Pakistan bei welchem 100 Atombomben eingesetzt würden und kamen zum Schluss, dass durch den Russ, der in Folge der entstehenden Feuer in die Atmosphäre aufsteigen würde, die Sonneneinstrahlung auf der ganzen Erdkugel abnähme, und dadurch auch die Temperatur, was zu längeren Wintern und demzufolge zu kürzeren Zeiten, in welchen Getreide, Gemüse und Obst wachsen könnte. Die Autoren dieser Studie erwarten infolge eines solchen Krieges eine sich weltweit ausbreitende Hungersnot. [Local nuclear war, Scientific American, Jan. 2010] Das EDA hat die ETH Zürich beauftragt, mittels eines anderen Modells die Ergebnisse dieser Studie zu überprüfen und hat das LS um eine Stellungnahme gebeten. Nach Überprüfung der Inputparameter kommt das LS zum Schluss, dass diese auf einen «worst case» ausgelegt waren und nicht unbedingt der Wirklichkeit entsprachen: Die Anzahl einsatzfähiger Atombomben in den beiden betrachteten Ländern ist nicht bekannt, genau so wenig wie ihre Sprengkraft. Zudem sind Zweifel angebracht, was die Auswahl der Ziele betrifft, die in der Studie von Robock beschrieben ist, wie auch andere Parameter, wie die Menge brennbares Material in diesem Gebiet. Darüber ist nichts bekannt und es ist zu bezweifeln dass, Daten aus amerikanischen oder europäischen Städten übernommen werden können.

United Nations Environment Programme,
Synthesis for Policy Makers, Nairobi 2011

The Democratic Republic of Congo - Post-Conflict Environmental Assessment

United Nations Environment Programme, Technical Report, Nairobi 2011

Water Issues in the Democratic Republic of Congo - Challenges and Opportunities

International Atomic Energy Agency - Radiological Assessment Reports Series Vienna, 2010

Radiological Conditions in Selected Areas of Southern Iraq with Residues of Depleted Uranium

Report by an international group of experts



Fachbereich Biologie

J Med Virol. 2011 May;83(5):853-63. doi: 10.1002/jmv.21993.

Phylogenetic and virulence analysis of tick-borne encephalitis virus field isolates from Switzerland.

Gäumann R, Ružek D, Mühlemann K, Strasser M, Beuret CM.

Institute for Infectious Diseases, University of Bern, Bern, Switzerland. SPIEZ LABORATORY, Switzerland

Tick-borne encephalitis (TBE) is an endemic disease in Switzerland, with about 110-120 reported

human cases each year. Endemic areas are found throughout the country. However, the viruses circulating in Switzerland have not been characterized so far. In this study, the complete envelope (E) protein sequences and phylogenetic classification of 72 TBE viruses found in *Ixodes ricinus* ticks sampled at 39 foci throughout Switzerland were analyzed. All isolates belonged to the European subtype and were highly related (mean pairwise sequence identity of 97.8% at the nucleotide and 99.6% at the amino acid level of the E protein). Sixty-four isolates were characterized in vitro with respect to their plaque phenotype. More than half (57.8%) of isolates produced a mixture of plaques of different sizes, reflecting a heterogeneous population of virus variants. Isolates consistently forming plaques of small size were associated with recently detected endemic foci with no or only sporadic reports of clinical cases. All of six virus isolates investigated in an in vivo mouse model were highly neurovirulent (100% mortality) but exhibited a relatively low level of neuroinvasiveness, with mouse survival rates ranging from 50% to 100%. Therefore, TBE viruses circulating in Switzerland belong to the European subtype and are closely related. In vitro and in vivo surrogates suggest a high proportion of isolates with a relatively low level of virulence, which is in agreement with a hypothesized high proportion of subclinical or mild TBE infections

J Appl Microbiol. 2011 Oct;111(4):997-1005.

Characterization of a *Yersinia enterocolitica* biotype 1A strain harbouring an ail gene.

Kraushaar B, Dieckmann R, Wittwer M, Knabner D, Konietzny A, Mäde D, Strauch E

The chromosomal ail gene (attachment and invasion locus) is commonly used as target gene for the detection of pathogenic *Y. enterocolitica* strains in food testing. The ail PCR does not detect strains of biotype 1A (BT1A), which are regarded as non-pathogenic because BT1A strains lack the virulence plasmid and chromosomally encoded virulence genes. In some recent reports, however, BT1A strains were discovered that harboured the ail gene. We isolated an ail-positive strain and characterized this strain with phenotypic and genotypic methods to study its possible relation to pathogenic *Y. enterocolitica* strains. The ail region of the BT1A strain was sequenced and compared with the corresponding region of nonpathogenic BT1A strains and pathogenic strains. Pulsed field gel electrophoresis (PFGE) analysis was applied revealing no similarity of the PFGE pattern of this strain to the patterns of pathogenic strains. Virulence-gene-based PCR analyses showed the strain to be positive for *ystB*, but negative for virulence genes *ystA*, *virF* and *yadA*. Whole-cell MALDI-TOF MS combined with a shrinkage discriminant analysis approach was applied and clearly classified the ail-positive biotype 1A strain within the cluster of BT1A strains. PCR detection of ail sequences in food matrices should be followed by the isolation of the responsible strain and its characterization using phenotypic or genotypic methods. Significance and Impact of the Study: The ail gene may be present in *Y. enterocolitica* BT1A strains, which are commonly considered as nonpathogenic. Efficient methods such as PCR typing of other virulence genes or rapid MALDI-TOF MS-based bacterial profiling allow a more comprehensive assessment of the pathogenicity potential of *Yersinia* strains.

Syst Appl Microbiol. 2011 Feb;34(1):12-9. Epub 2011 Jan 15.

Tapping the potential of intact cell mass spectrometry with a combined data analytical approach applied to *Yersinia* spp.: detection, differentiation and identification of *Y. pestis*.

Wittwer M, Heim J, Schär M, Dewarrat G, Schürch N.

In the everyday routine of an analytic lab, one is often confronted with the challenge to identify an unknown microbial sample lacking prior information to set the search limits. In the present work, we propose a workflow, which uses the spectral diversity of a commercial database (SARAMIS) to narrow down the search field at a certain taxonomic level, followed by a refined classification by supervised modelling. As supervised learning algorithm, we have chosen a shrinkage discriminant analysis approach, which takes collinearity of the data into account and provides a scoring system for biomarker ranking. This ranking can be used to tailor specific biomarker subsets, which optimize discrimination between subgroups, allowing a weighting of misclassification. The suitability of the approach was verified based on a dataset containing the mass spectra of three *Yersinia* species *Yersinia enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* and *Yersinia pestis*. Thereby, we laid the emphasis on the discrimination between the highly related species *Yersinia pseudotuberculosis* and *Y. pestis*. All three species were correctly identified at the genus level by the commercial database. Whereas *Y. enterocolitica* was correctly identified at the species level, discrimination between the highly relat-

ed *Y. pseudotuberculosis* and *Y. pestis* strains was ambiguous. With the use of the supervised modelling approach, we were able to accurately discriminate all the species even when grown under different culture conditions.

Toxins 2011, 3, 1332-1372; doi:10.3390/toxins3101332

Ricinus communis Intoxications in Human and Veterinary Medicine – A Summary of Real Cases

Sylvia Worbs, Kernt Köhler, Diana Pauly, Marc-André Avondet, Martin Schaer, Martin B. Dorner and Brigitte G. Dorner

Accidental and intended *Ricinus communis* intoxications in humans and animals have been known for centuries but the causative agent remained elusive until 1888 when Stillmark attributed the toxicity to the lectin ricin. *Ricinus communis* is grown worldwide on an industrial scale for the production of castor oil. As by-product in castor oil production ricin is mass produced above 1 million tons per year. On the basis of its availability, toxicity, ease of preparation and the current lack of medical countermeasures, ricin has gained attention as potential biological warfare agent. The seeds also contain the less toxic, but highly homologous *Ricinus communis* agglutinin and the alkaloid ricinine, and especially the latter can be used to track intoxications. After oil extraction and detoxification, the defatted press cake is used as organic fertilizer and as low-value feed. In this context there have been sporadic reports from different countries describing animal intoxications after uptake of obviously insufficiently detoxified fertilizer. Observations in Germany over several years, however, have led us to speculate that the detoxification process is not always performed thoroughly and controlled, calling for international regulations which clearly state a ricin threshold in fertilizer. In this review we summarize knowledge on intended and unintended poisoning with ricin or castor seeds both in humans and animals, with a particular emphasis on intoxications due to improperly detoxified castor bean meal and forensic analysis.

Laborbericht LS 2011-01

Identifikation von Flaviviren mittels Pan-Flavi RT-PCR und Sequenzierung

Jasmine Portmann, Dr. Olivier Engler

Laborbericht LS 2011-02

Quantitative Bestimmung von N-Methyl-L-tryptophan (L-Abrin) in *Abrus praecatorius* und daraus hergestellten Extrakten

Werner Arnold, Dr. Martin Schär

Für die schnelle Beurteilung von Abrin-Verdachtsproben ist die HPLC-UV-Detektion von L-Abrin (= N-Methyl-Tryptophan), als spezifischer Marker für *Abrus praecatorius* (= Paternostererbse), eine ausgezeichnete und schnelle Nachweismethode. In im Handel frei erhältlichen Paternostererbsen konnte L-Abrin in erheblichen Mengen nachgewiesen werden (ca. 0.8%). Wird in einer Verdachtsprobe L-Abrin gefunden, ist der Beweis erbracht, dass es sich um eine aus *Abrus praecatorius* hergestellte Probe handelt, auch wenn das hochtoxische Protein Abrin nicht mehr gefunden werden kann. Die HPLC-UV-Detektion von L-Abrin wurde in der Arbeitsgruppe Toxinologie als nicht akkreditiertes Verfahren eingeführt. In klinischen Proben (Urin) wurde in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Organische Analytik LC-MS/MS-Messungen durchgeführt.

Laborbericht LS 2011-03

Evaluation von Desinfektionsmitteln für die Anwendung in den Tauchschleusen der BSL-3 Labors

Dr. Nadia Schürch, Jasmine Portmann, Johanna Signer

Laborbericht LS 2011-05

Bestimmung von Domoinsäure in Muscheln mit HPLC-DAD nach DIN EN 14176

Werner Arnold

Domoinsäure (DA) ist die Ursache einer als Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) bezeichneten Erkrankung des Menschen, die nach dem Genuss von kontaminierten Meeresfrüchten (vor allem von Muscheln) oder Fischen auftreten kann. Der Grenzwert wird im Schweizerischen Lebensmittelbuch

mit 20 mg/kg festgelegt, die gleiche Quelle definiert auch das Nachweisverfahren (HPLC-UV-Methode nach DIN EN 14176). Zur Etablierung dieser Methode wurden diverse Optimierungsversuche (Geräte- und Laborpräzision, Wiederfindungsrate, chromatografische Bedingungen etc.) durchgeführt. In diesem Laborbericht werden die wichtigsten Versuche beschrieben und diskutiert. Als akkreditiertes Labor für PSP-Toxine (Saxitoxin und Derivate) ist es wichtig der Lebensmittelindustrie weitere Analysemethoden für marine Toxine anbieten zu können.

Labornotiz 2011-01-AW

Etablierung der AOAC-Methode zur Bestimmung der PSP-Toxine in Muscheln

Werner Arnold

Die AOAC-Methode zur Bestimmung aller käuflichen PSP-Toxine ist weltweit etabliert und stellt eine Weiterentwicklung der DIN EN 14526 dar. Die wesentliche Änderung gegenüber der DIN EN Methode ist die zusätzliche Reinigung bzw. Trennung der Toxine in 3 Fraktionen über einen Kationentauscher (SPE-COOH). Alle käuflichen PSP-Toxine werden mit einem HPLC-Verfahren mit pre-Column-Oxidation und Fluoreszenzdetektion quantitativ bestimmt. Einige Derivate produzieren bei gleichzeitigem Vorkommen identische Oxidationsprodukte, was auch bei der AOAC-Methode zu Schwierigkeiten bei der Zuordnung führt. Zur Etablierung dieser Methode wurden diverse Optimierungsversuche (Trennung über SPE-COOH-Säule, Wiederfindungsrate, chromatografische Bedingungen etc.) durchgeführt. In dieser Labornotiz werden die wichtigsten Versuche beschrieben und diskutiert.



Fachbereich Chemie

Recommended Operating Procedures for Analysis in the Verification of Chemical Disarmament 2011 Edition

Paula Vanninen (Ed.), Ministry of Foreign Affairs of Finland/Univ. of Helsinki

Zwecks Entwicklung und Validierung von standardisierten Arbeitsanweisungen zur Prüfung von unterschiedlichsten Proben auf die Anwesenheit von chemischen Kampfstoffen und verwandten Verbindungen wurden in den Jahren 1989-1994 mehrere sogenannte «Round Robin Tests» durchgeführt. Koordiniert wurde dieses Projekt vom finnischen VERIFIN Institut und von einer Vorgängerorganisation der OPCW. Als Resultat konnten die entsprechenden Arbeitsanweisungen in Form der sogenannten «Blue Books» publiziert werden. Im Rahmen des Projektes Blue Book 2011 ging es darum, die teilweise veralteten Arbeitsanweisungen zur C-Kampfstoff Verifikationsanalytik aus dem Jahr 1994 zu aktualisieren und zu ergänzen. Nach zwei Jahren Arbeit durch Mitarbeiter verschiedenster Designierter Labors konnte im Dezember 2011 die Edition 2011 des Blue Book publiziert werden, wobei die Mitarbeiter der Gruppe Organische Analytik des LABOR SPIEZ Beiträge als Chapter Coordinator, Autor und oder Reviewer geleistet haben.

Laborbericht LS 2011-04

Nachweis von CWC-relevanten Verbindungen in Dekontaminationslösungen mit dem LC/MS System Agilent 1200-AB/MDS Sciex 3200QTrap

Dr. Martin Schär

In dieser Arbeit wurde der Einfluss der Probenverdünnung und Neutralisation auf die Detektierbarkeit von CWÜ-relevanten Verbindungen in Dekontaminationsmitteln mittels Flüssigchromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC/MS) untersucht.

Labornotiz 2010-01-MRU

Analyse von Yperitabbauprodukten mittels einer ZrO₂-Graphit Kolonne und Umkehrphasenchromatographie und UV-Detektion

Dr. Urs Meier

Labornotiz 2011-01-CLA

Bestimmung der TDS-GC-MS Nachweisgrenzen für ausgewählte C-Kampfstoffe

Thomas Clare, Dr. Peter Siegenthaler

Labornotiz 2011-01-MRU

Analyse von Sulfoxiden von Yperitabbauprodukten mittels HILIC Chromatographie und UV-Detektion

Dr. Urs Meier

Labornotiz 2011-01-DUT

Dégradation des agents de guerre chimique

Dr. Jean-Claude Dutoit

Labornotiz 2011-03-DUT

Extraktion von Phosphonsäuren und Monoestern aus unterschiedlichen wässrigen Proben mittels Anionentauschern und Derivatisierung mit verschiedenen Silylierungs- und Methylierungs-Reagenzien

Dr. Jean-Claude Dutoit, Thomas Clare, Dr. Peter Siegenthaler

MSc Thesis under the supervision of Prof. Christian Bochet, Dept. of Chemistry, University of Frimbourg and Dr. Christophe Curty, Spiez Laboratory

Synthesis of D-labelled biomarkers for sulfur mustard exposure

Julien Ducry

The actual trend in analytical chemistry is the use of deuterated internal standards. They permit a fast and direct quantification. During the analysis of samples exposed to sulfur mustards, the hydrolysis, oxidation products and side-products are observed in environmental samples, and further to them, the adducts formed with macromolecules or amino acids in biomedical samples. Existing synthetic methods of these standards are evaluated and the best methods are used for the synthesis of the deuterated counterparts. Thiodiglycol-d8 and bis-1,2-(2-hydroxyethylsulfanyl)ethane-d12 have been synthesized in good yield. Concerning the adducts between sulfur mustard and the aspartic acid and glutamic acid, the procedure has undergone minor modifications and the optimization permits the obtention of the deuterated adducts in moderate yield. Because of the low yields obtained in the literature for the coupling of histidine with sulfur mustard, regioselective synthesis attempts have been pursued. Based on the obtained results for mustard gas, the synthesis of adducts with sesquimustard has been investigated.

Department of Biomolecular Systems Laboratory, Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Berlin, Juni 2011

Pact of Microreactors on the Chemical Weapons Convention's Chemistry – Screening of some Basic Key-Reactions

Dr. François Lévesque

Over the past ten years, microreactors and continuous flow reactors have begun to find broad applications in organic synthesis. Although these devices have been used by academic and industrial researchers, to date, no study of the preparation of chemical warfare agents (CWAs) has been done, either the chemicals scheduled in the Chemical Weapons Convention (CWC) or their related products. Furthermore, the main key-reactions allowing the preparation of this category of chemicals were also not investigated. The convention prohibits the development, use, production and stockpile of chemical weapons and was signed by 188 countries (status June 2011). In addition, all chemical weapons must be destroyed before April 2012. The collaboration with Spiez Laboratory aims to determine the impact of microreactors on the Chemical Weapons Convention's chemistry. The project consists of the study of the feasibility of ten key-reactions using a microreactor or a continuous flow reactor (Scheme 1). These reactions have been chosen because they are highly important for CWC chemistry (chlorination, sulfuration, ester formation, phosphoramidate formation and oxidation) and yields key precursors for the preparation of CWAs.

Sampling and analysis in chemical industry inspections – not an easy start and important for the future (?)

Stefan Mogl

The laboratory analysis of samples for the presence or absence of chemical warfare agents, their precursors and degradation products – Sampling and Analysis (S+A) – plays an important role in chemical arms control and chemical disarmament.

The utility of S+A in OPCW industry inspections is to validate inspectors findings and to confirm through a measurement that Schedule 1 chemicals are absent at OPCW inspected facilities. There are many examples, where S+A in a similar manner is routinely utilised to ensure that measures taken or systems installed for everyday life are functioning correctly and that unwanted substances are absent or below threshold values (food quality, pharmaceuticals, illicit drugs, doping etc.).

The preparations to conduct S+A started early, several years before entry into force (EIF) of the Chemical Weapons Convention (CWC). Expert groups and laboratories were developing procedures and organised inter laboratory comparison tests. In 2006 the Technical Secretariat (TS) introduced S+A as a routine verification tool in Schedule 2 industry inspections. Today, the OPCW has at its disposal a mobile on-site analysis capability that can be used worldwide, as well as a network of designated laboratories for off-site analysis.

Developing this capability has brought a significant gain in analytical expertise to many Member States and the international community as a whole. There are however critical lessons to be learnt from this process for the further improvement of the current system and its adaptation to future requirements. An evaluation might be necessary in terms of technical objectives, as well as the involvement of stakeholders: the policy making organs of the OPCW, and most importantly, the chemical industry.

S+A in industry inspections will continue to play a vital role for ensuring the non-production of Schedule 1 chemicals and for supporting the non-proliferation aims of the Convention. It is an important verification tool that demonstrates to Member States and the general public that OPCW inspected chemical industry facilities are only used for activities not prohibited by the Convention.



Fachbereich ABC-Schutztechnologie

CBMITS Industry VII

Testing the Resistance of Polymer Materials and Textiles against Warfare Agents

Peter Hunziker

One of the key tasks of SPIEZ LABORATORY is to support the national authorities in the procurement of NBC protective material and systems. In this context the resistance of plastics, rubbers and textiles to chemical warfare agents is of prime importance. In the absence of commercially available testing facilities SPIEZ LABORATORY has developed YPAP 21, a fully automatic operating facility allowing the determination of the time needed by chemical warfare agents to permeate or penetrate permeable and impermeable plastics, rubbers and textiles. YPAP 21 makes it possible to test up to 38 swatches simultaneously using a wide range of static and dynamic test methods. The facility is designed for the application of four different test agents. In a first step only sulfur Mustard (HD) in gaseous or liquid form is used. Number (1-9) and volume (1-50 µl) of liquid agent-droplets applied can be chosen by the customer. The test agent can be laid, reamed, or pressed on the test sample or it can be applied as fallen droplets. It is also possible to expose the test samples to a defined stream of contaminated air. Breakthrough time of the chemical agent penetrating or permeating through the test samples is detected by the color change of indicator paper or by the conductivity measuring method which also allows a continuous recording of the breakthrough concentration.

How to Choose a Suit for a BSL-4 Laboratory - The Approach Taken at SPIEZ LABORATORY

Dr. Daniel Kümmin, Christian Krebs, Dr. Patrick Wick

Choosing the appropriate suit for a BSL-4 laboratory is of vital importance to create a safe work environment within such a facility. The suit has to provide protection for the wearer and be compatible with the infrastructure at the facility, while still providing some level of comfort. A number of manufacturers are currently in the market, but with the increased number of new BSL-4 facilities worldwide, new manufacturers are entering this market. Unfortunately, apart from the information provided by the manufacturers, not a lot of data exists in the literature on what to look for in a BSL-4 suit. Thus, the authors decided to develop a test program to compare different suit models and to guarantee that the chosen suit can be used in the specific conditions encountered at their new facility. Tests ranged from studies on material compatibility and determination of protection factors to questionnaires on wearer comfort. Results as well as some conclusions that could be drawn from the tests are presented in this article.



**Geschäftsstelle Nationaler
ABC-Schutz**

Journal «CBRNE Terrorism Newsletter» (<http://www.cbrne-terrorism-newsletter.com/new-issue.php>). Autumn 2011 issue

Swiss CBRN Protection Goes National

Dr. Marc Kenzelmann

In 2003 the National NBC Protection project was launched in Switzerland, the aim of which was better coordination of all NBC partners and ultimately more effective CBRN protection in Switzerland in the long term. It led to a flurry of activity in the field of CBRN protection, which continues today. The present article outlines some of the activities that have helped to identify and define how Switzerland can sharpen its response to a CBRN incident. The years to come will show whether Swiss policy makers are really willing to implement these recommendations and accept the consequences they entail. Only then can we say that we have learnt lessons from major emergencies like Fukushima.

Kerntechnik - Independent Journal for Nuclear Engineering, Energy Systems, Radiation and Radiological Protection – June 2011

Switzerland: a culture of preparedness

Dr. Daniel Storch and Dr. Marc Kenzelmann

The National NBC Protection and Coordination Office supports the activities of all members of the National NBC protection network. These include the development and implementation of operational principles, as well as training and protection concepts on behalf of the head of the Steering Committee on Radioactivity (LAR) and the Federal Office for Civil Protection (FOCP), the chair of the Federal Commission for NBC Protection (ComNBC) and the chair of the Cantonal NBC Coordination Platform (KPABC). Besides exercises at the political-strategic level (civilian and military), operational training exercises are held on a regular basis.

LABOR SPIEZ
Das schweizerische Institut für ABC-Schutz
CH-3700 Spiez
Tel. +41 (0)33 228 14 00
Fax +41 (0)33 228 14 02
laborspiez@babs.admin.ch